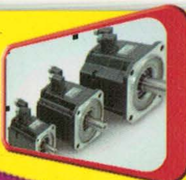
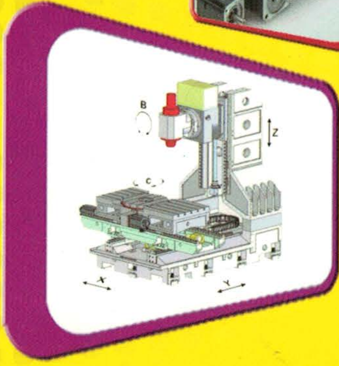
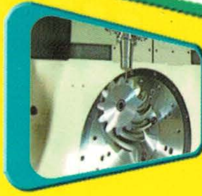


上岗轻松学
SHANG GANG QING SONG XUE

图解 数控机床维修快速入门
——西门子840D数控系统

SHUKONG JICHUANG WEIXIU

- 线条图、实物图完美结合
- 知识性、技巧性全面展现
- 跟着学、对照练轻松上手

黄东荣 主编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

上岗轻松学

图解数控机床维修快速入门
——西门子 840D 数控系统

主　编　黄东荣
副主编　黄北源　杨万叶
参　编　孙善德　刘先黎　梁格芳　徐钟芹

机 械 工 业 出 版 社

本书以西门子 840D 数控系统的维修知识为主，通过丰富的图表，由浅入深，介绍其工作原理、基本结构、拆装步骤、故障诊断及维修方法。本书从西门子 840D 硬件结构开始，先简要介绍了数控系统各部分的功能和基本的操作技能，然后以图解的方式详细讲解了数控机床常见问题的故障诊断与处理方法，可使初次接触西门子 840D 数控系统的人员掌握一些常见故障的维修方法及系统维护知识。

本书可作为数控机床维修工、数控加工人员的自学用书，也可作为中职、技校、职高类学校相关专业的教材，还可作为相关专业工程技术人员的短期培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

图解数控机床维修快速入门：西门子 840D 数控系统/黄东荣主编. —北京：机械工业出版社，2014.6

（上岗轻松学）

ISBN 978-7-111-47029-8

Ⅰ.①图… Ⅱ.①黄… Ⅲ.①数控机床—维修—图解 Ⅳ.①TG659-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 125554 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：郎 峰 责任编辑：郎 峰 王晓洁 张丹丹

版式设计：赵颖喆 责任校对：闫玥红

封面设计：路恩中 责任印制：杨 曦

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm · 8 印张 · 139 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-47029-8

定价：25.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
社服务中心：（010）88361066	教材网：http://www.cmpedu.com
销售一部：（010）68326294	机工官网：http://www.cmpbook.com
销售二部：（010）88379649	机工官博：http://weibo.com/cmp1952
读者购书热线：（010）88379203	**封面无防伪标均为盗版**

前　言

PREFACE

数控机床的推广应用，促进了我国机械制造业的发展。但由于数控机床具有先进性、复杂性和智能化高的特点，以及数控系统的更新换代，使传统机械行业的维修理论、技术和手段都发生了很大的变化，机械行业对数控机床维修人才的需求越来越突出，对维修人员的要求也越来越高。

本书以西门子840D数控系统的维修知识为主，针对数控维修入门人员，通过丰富的图表，由浅入深，介绍其工作原理、基本结构、拆装步骤、故障诊断及维修方法。本书从西门子840D硬件结构开始，先简要介绍了数控系统各部分的功能，然后以图解的方式详细讲解了数控机床常见问题的故障诊断与处理方法，可使初次接触西门子840D数控系统的人员掌握一些常见故障的维修方法及系统维护知识。

本书的维修内容来源于企业的维修实例，每个实例中都对故障原因进行了详细的分析，并提供了实用的解决方法，其中还给出了一些小贴士等提示，以避免初学者走弯路。为了使读者快速地掌握相应的知识和技能，在编写的过程中尽量以图代文，使一些深奥的知识得以简单化和形象化。其中，图解的形式主要应用在两个方面：一是采用实物照片介绍西门子840D数控系统中的主要结构，使读者通过看图就能认识其实物，结合简要的文字说明，很容易就能清楚它的作用、结构、工作原理等情况；二是采用实际操作过程的照片介绍西门子840D数控系统的拆装和维修步骤及方法，使读者通过看图及对照相应的文字说明便可学到相应维修知识和技能。

本书由黄东荣任主编，黄北源、杨万叶任副主编，孙善德、刘先黎、梁格芳、徐钟芹参加编写，全书陈胜裕主审。由于编写者的水平有限和时间仓促，不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编　者

目　录

CONTENTS

前言
第1章　西门子840D数控系统概述 …… 1
1.1　西门子840D数控系统简介 …… 1
1.1.1　数控系统的组成及控制对象 …… 1
1.1.2　西门子840D数控系统的性能和特点 …… 4
1.2　西门子840D数控系统的硬件系统 …… 7
1.2.1　硬件系统的构成 …… 7
1.2.2　SINUMERIK 840D数控系统各硬件的功能 …… 8
第2章　西门子840D数控系统基本操作及检查 …… 19
2.1　机床操作面板的功能及操作 …… 19
2.1.1　常用机床面板操作键功能及维修应用 …… 19
2.1.2　手动控制运行操作 …… 20
2.1.3　半自动控制运行操作 …… 21
2.1.4　自动控制运行操作 …… 22
2.1.5　手持单元操作 …… 22
2.2　操作面板（OP012）的操作及连接 …… 24
2.2.1　操作面板（OP012）简介 …… 24
2.2.2　操作面板（OP012）的连接 …… 26
2.3　西门子840D数控系统报警信息 …… 28
2.3.1　西门子840D数控系统报警信息的查看 …… 28
2.3.2　查看西门子840D数控系统PLC输入/输出状态 …… 29
2.3.3　查看、修改机床参数 …… 30
2.4　西门子840D数控系统数据系列备份 …… 31
2.4.1　数据系列备份 …… 32
2.4.2　NC和PLC总清 …… 36
第3章　数控机床参考点故障的维修 …… 37
3.1　数控机床参考点 …… 37
3.1.1　机床参考点的设置 …… 37
3.1.2　换刀位置的设置 …… 44

3.1.3 交换工作台位置的设置 …… 47
3.2 机床不返回参考点的故障诊断与维修 …… 49
3.2.1 不返回参考点故障诊断与维修实例 …… 50
3.2.2 进给电动机编码器故障诊断与维修实例 …… 53
第4章 西门子840D数控系统故障诊断与维修 …… 59
4.1 CNC故障诊断与维修 …… 59
4.1.1 系统软件故障诊断与维修实例 …… 59
4.1.2 系统硬件故障诊断与维修实例 …… 63
4.1.3 OP故障诊断与维修实例 …… 66
4.1.4 MCP故障诊断与维修实例 …… 68
4.2 电源故障诊断与维修 …… 69
4.2.1 电源不能接通故障诊断与维修实例 …… 70
4.2.2 电源模块故障诊断与维修实例（见下表） …… 72
4.3 主轴驱动系统故障诊断与维修 …… 72
4.3.1 主轴伺服电动机（1PH7/1PH8系列）故障诊断与维修实例 …… 73
4.3.2 主轴驱动器故障诊断与维修实例 …… 74
4.4 伺服进给系统故障诊断与维修 …… 75
4.4.1 伺服进给系统简介 …… 75
4.4.2 伺服进给系统维修实例 …… 76
第5章 PLC机床控制及报警 …… 80
5.1 S7-300系列模块 …… 81
5.1.1 S7-300系列模块硬件安装与维护 …… 81
5.1.2 S7-300模块的编址 …… 85
5.1.3 S7-300 I/O模块的扩展 …… 85
5.2 STEP 7的程序设计 …… 86
5.2.1 STEP 7程序的设计方法 …… 87
5.2.2 S7-300软件基础 …… 89
5.3 西门子PLC编程软件STEP 7的使用 …… 91
5.3.1 西门子840D数控系统的联机 …… 91
5.3.2 建立交叉参考表 …… 98
5.3.3 在线监控PLC …… 102
5.4 PLC机床用户报警 …… 102
5.4.1 西门子840D数控系统中的PLC用户报警 …… 102
5.4.2 PLC报警故障诊断与维修实例 …… 104
附录 西门子840D系统报警内容、原因及解决方法 …… 109
参考文献 …… 120

第 1 章

西门子 840D 数控系统概述

1.1　西门子 840D 数控系统简介

1.1.1　数控系统的组成及控制对象

西门子数控系统常见类型有 SINUMERIK802、SINUMERIK810、SINUMERIK820、SINUMERIK 840D 等，而 SINUMERIK 840D 数控系统是西门子公司在数控领域创新技术与先进理念的最佳体现，通过其系统的不同设定，就可以应用于车、铣、钻、磨等各种加工工艺。下图所示为数控系统各部件的连接总图。

1. 控制系统的组成

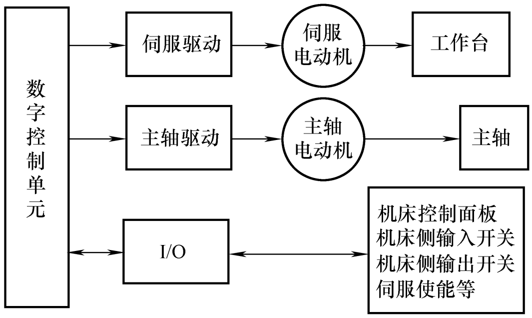
数控机床种类繁多、结构复杂，但是控制系统一般由数字控制单元、电源模块、驱动器、伺服电动机等组成（见下表）。例如 SINUMERIK 840D 与 SIMODRIVE 611D 数字驱动器以及 SIMATIC S7 PLC 和伺服电动机一起构成全数字控制系统。

2. 数控系统控制对象

数控系统就是利用数字化信息进行控制的系统，该系统控制的对象就是各种生产过程，如下图所示为控制对象示意图。

1）数字控制单元发出位移指令给伺服驱动器，从而驱动伺服电动机来带动工作机构工作，如工作台的工作过程。

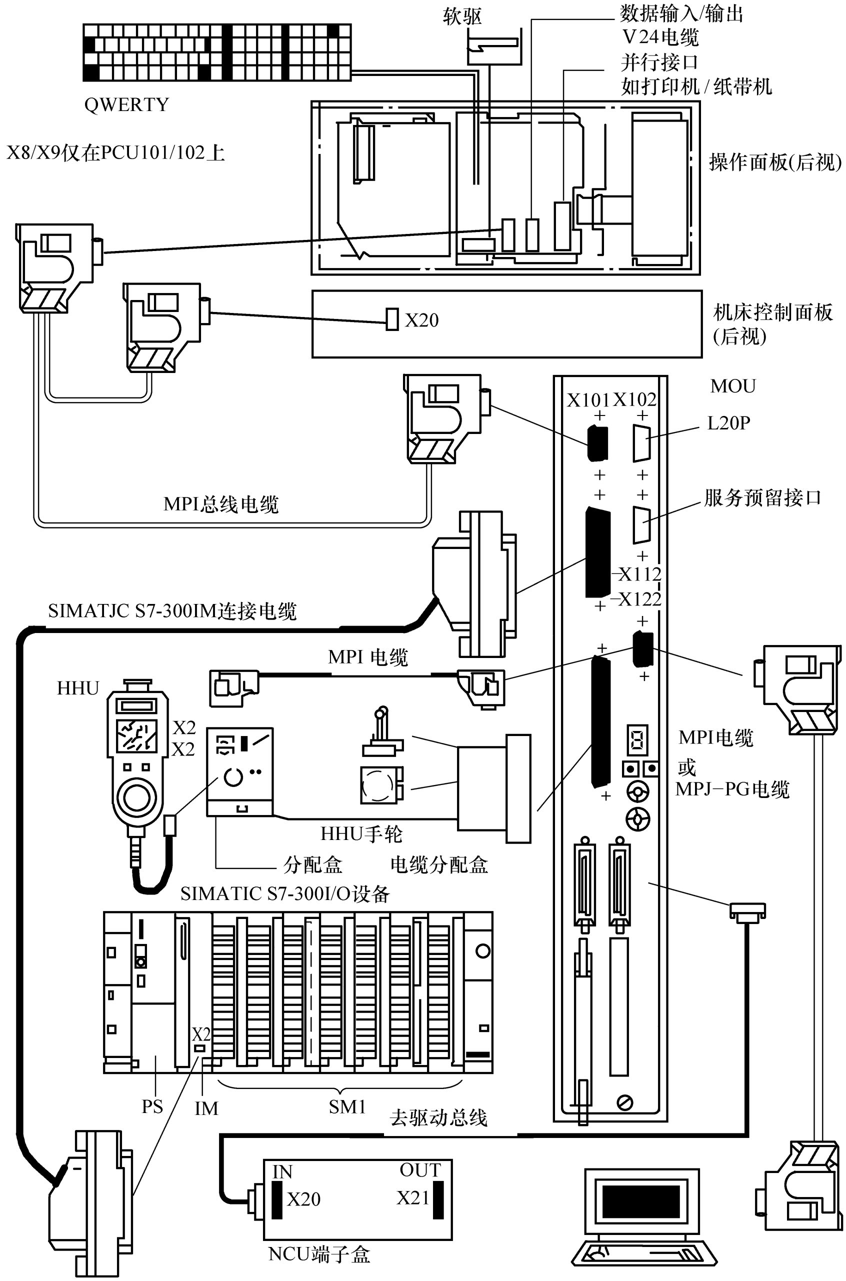
2）数字控制器发出指令给主轴驱动器，从而通过主轴电



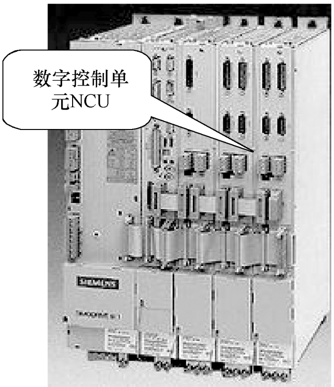
控制对象示意图

动机驱动主轴。

3）数字控制器与机床侧的输入、输出开关，机床控制面板，伺服使能等进行信息的交换。



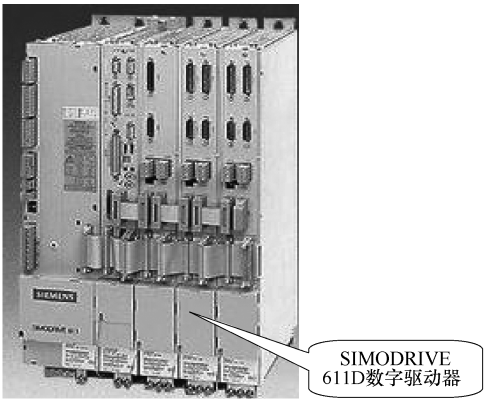
数控系统各部件的连接总图



数字控制单元 NCU(Numerical Control Unit)是 SINUMERIK 840D 数控系统的核心,是控制中心和信息处理中心



电源模块为 NC 和驱动装置提供控制和动力电源,产生母线电压,同时监测电源和模块状态

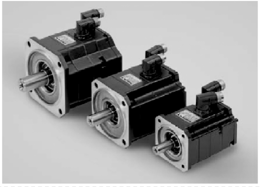


SIMODRIVE 611D 数字驱动器用于驱动伺服电动机



SIMATIC S7 PLC(可编程序控制器)用于输入输出信号的控制

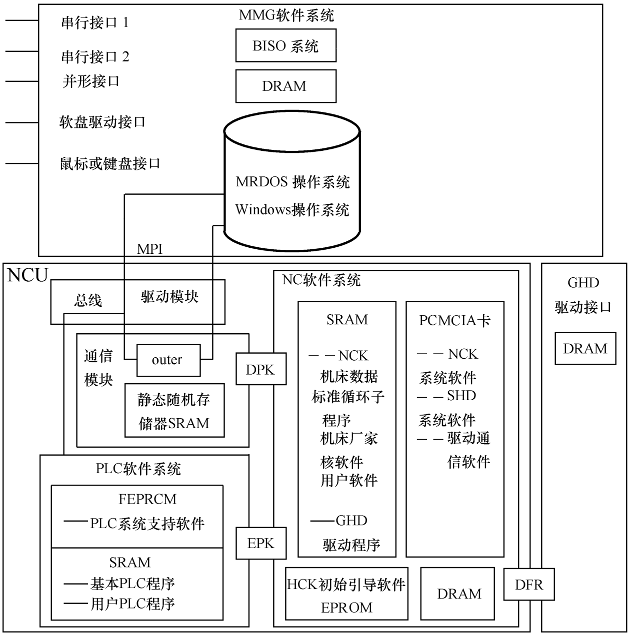
（续）

	伺服电动机用于驱动滚珠丝杠，从而带动工作台运行

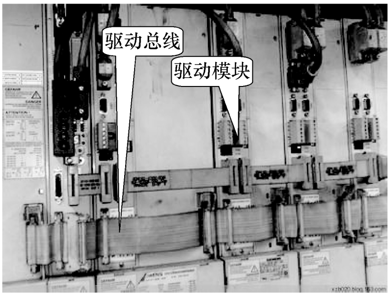
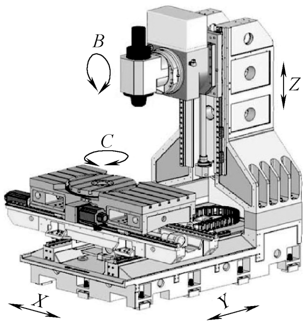
1.1.2　西门子 840D 数控系统的性能和特点

数控系统是数控机床的核心，数控机床则根据其功能和性能的要求，配置不同的数控系统。系统不同，其性能、信号流程及故障的维修方法也有所不同，所以，应按所使用数控系统的特点进行维修。目前，我国数控机床行业占据主导地位的数控系统有德国的 SIEMENS（西门子）、日本的 FANUC（发那科）等公司生产的数控系统。本章以西门子 SINUMERIK 840D 为例，介绍现代数控系统的组成及特点，让读者更容易掌握系统报警的维修技术。SINUMERIK 840D 是西门子公司 20 世纪 90 年代推出的高性能数控系统。它采用模块化的 32 位处理器及三 CPU 结构。三 CPU 指人机通信 CPU（MMC-CPU）、NC 控制 CPU（NC-CPU）和可编程序控制器 CPU（PLC-CPU）三项。其中，NC 与 PLC 的 CPU 集成在同一块系统板上，就是 840D 数控系统的核心——NCU（Numerical Control Unit）。

840D 数控系统功能强大，相对于西门子以前推出的数控系统而言，具有下表的特点：

 基于 PC 的 SINUMERIK 840D 数控系统软件结构	（1）PC 化设计 SINUMERIK 840D 数控系统是一个基于 PC 的数控系统

（续）

 多轴控制的机器人	（2）方式组、通道、控制的轴多 最多有 10 个方式组、10 个通道，可以控制多达 31 个进给轴/主轴
	（3）最优的全数字化 SIMODRIVE 611D 数字解决方案控制 在 SINUMERIK 840D 数控系统中，数控和驱动的接口信号是数字量信号，它通过驱动总线接口挂接各轴驱动模块
 五轴联动立式加工中心	（4）可以实现五轴联动 SINUMERIK 840D 数控系统可以实现 X、Y、Z、C、B 五轴的联动加工，使得任何具有三维空间曲面的零件都能实现加工

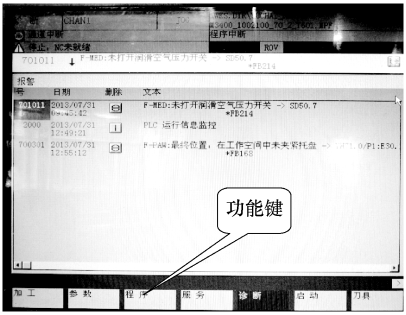
（续）



用五轴加工中心加工弧齿锥齿轮

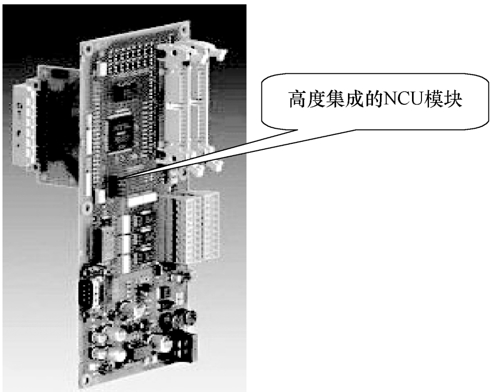
（5）加工能力强

可以进行钻、车、铣、磨、冲、激光等加工和处理曲线复杂的零件



（6）HMI——人机界面功能丰富强大

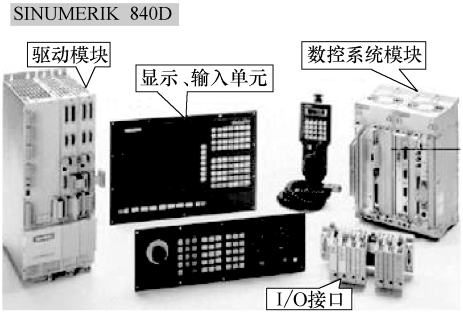
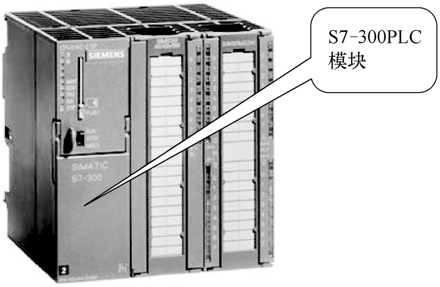
840D 数控系统可以实现加工、参数设置、服务、诊断及启动等功能



（7）硬件集成度高

840D 数控系统采用了大量超大规模集成电路，大大提高了硬件系统的可靠性。与前几代采用框架底板总线的数控系统（如 880、3G）相比，稳定性和可靠性可以说有了质的提高

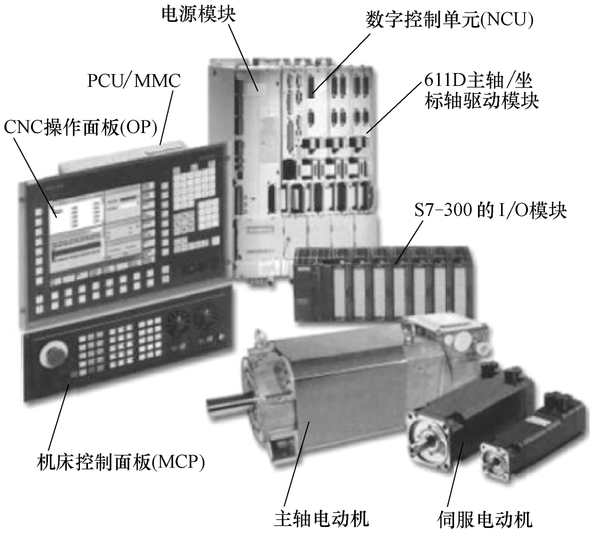
（续）

	（8）模块化设计 840D 的软硬件系统根据功能和作用不同划分为不同的功能模块，使系统连接更加简单 各功能相同的模块可以不用任何设置就可以互换，发生故障时采用代替法排除故障非常方便
	（9）有大容量的 PLC 系统 SINUMERIK 840D 数控系统内装 PLC 最大可以配 2048 输入和 2048 输出，而且采用了 Profibus 现场总线和 MPI 多点接口通信协议，大大减少了现场布线

1.2　西门子 840D 数控系统的硬件系统

1.2.1　硬件系统的构成

SINUMERIK 840D 数控系统主要功能硬件由数字控制单元（NCU）、电源模块、611D 驱动模块、OP 单元、机床控制面板（MCP）、PCU、PLC 的 I/O 模块等组成，如下图所示。集成硬件系统时，总是将 SIMODRIVE 611D 驱动模块和 NCU 并排放在一起，并用设备总线互相连接。



SINUMERIK 840D 数控系统的硬件系统

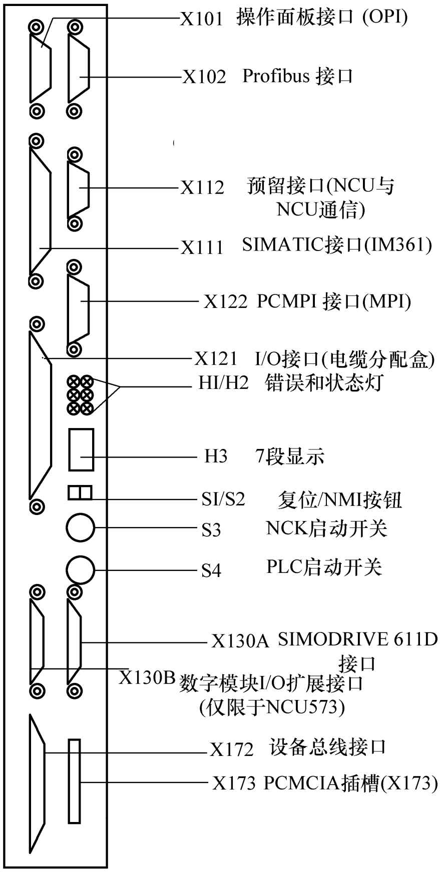
1.2.2 SINUMERIK 840D 数控系统各硬件的功能

1. 数字控制单元（NCU）

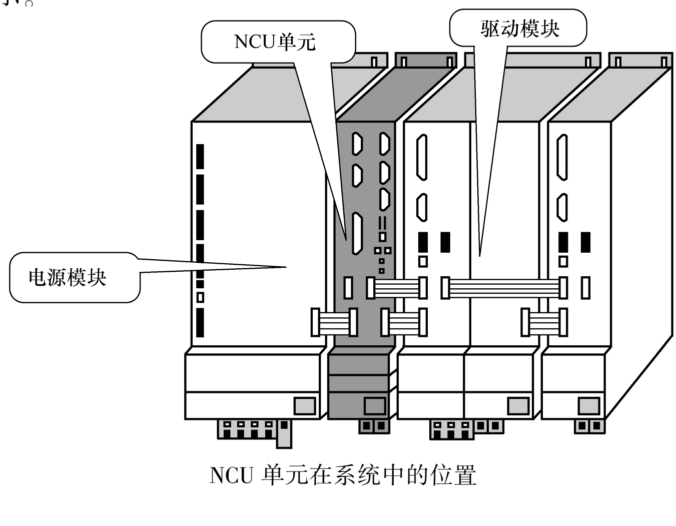
数字控制单元 NCU（Numerical Control Unit）是 SINUMERIK 840D 数控系统的控制中心和信息处理中心，数控系统的直线插补、圆弧插补等轨迹运算和控制，PLC 系统的算术运算和逻辑运算都是由 NCU 完成的。

根据选用硬件（如 CPU 芯片等）和功能配置的不同，NCU 分为 NCU561.4、NCU571.4、NCU572.4、NCU573.4、NCU573.5 等若干种。NCU 单元中也集成了 SINUMERIK 840D 数控 CPU 和 SIMATIC PLC CPU 芯片，包括相应的数控软件和 PLC 控制软件，并且带有 MPI 或 Profibus 接口、RS232 接口、手轮及测量接口、PCMCIA 卡插槽等，也就是包含 HMI、NCK、PLC、驱动、CP 等。

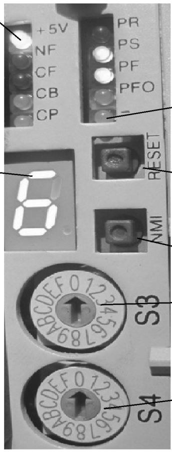
NCU 单元很薄，所有的驱动模块均排列在其右侧，NCU 单元在系统中的位置如下图所示。



SINUMERIK 840D NCU 接口



NCU 单元在系统中的位置



（1）NCU 模块上的数码管　用于显示系统的运行状态，数码管显示的含义见下表。

数码管含义速查表

序号	显示字符	说明
1	.	在循环操作中发现一个错误
2	0	转换为保护模式
3	1	开始从 PCMCIA 卡下载
4	带小数点的数字	已经下载的模块号出现在状态显示上
5	2	从 PCMCIA 卡成功下载
6	3	Debug 监控驱动
7	4	操作系统成功下载
8	5	操作系统已经下载
9	6	NCK 软件启动

（2）指示灯

1）NCK 状态指示灯。NCK 模块上左面一组 5 个灯指示 NCK 的状态，其含义见下表。

NCK 状态指示灯含义速查表

序号	指示灯	状态指示
1	POK	电源指示灯(绿灯),电源提供的电压在允许的范围内,NCK 工作电压正常时亮,否则不亮
2	NF	NCK 故障监控灯(红色),NCK 正常时不亮,有故障时亮
3	CF	COM 故障监控灯(红色),COM 正常时不亮,有故障时亮
4	CB	OPI 接口有数据传输时闪(黄色),闪亮时说明有数据传输
5	CP	MPI 接口有数据传输时闪(黄色),闪亮时说明有数据传输

2）PLC 状态指示灯。NCK 模块上右面一组 5 个灯指示 PLC 的状态，其含义

见下表。

PLC 状态指示灯含义速查表

序号	指示灯	状态指示
1	PR	PLC 运行状态指示灯(绿灯),正常工作时亮
2	NF	PLC 停止状态指示灯(红灯),PLC 正常时不亮,停止时亮
3	CF	PLC 故障指示灯(红色),PLC 正常时不亮,出现故障时亮
4	CB	PLC 强制状态指示灯,正常时不亮
5	CP	正常时不亮,指示没有 PROFIBUS DP 配置或没有故障;亮时指示有故障

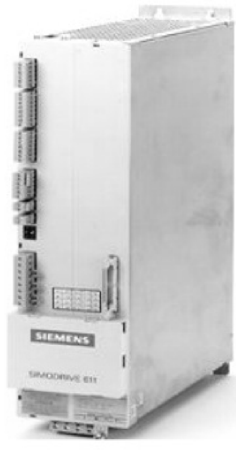
3）NCU 模块上开关和按钮的作用。NCU 模块上有两个微动多位旋转开关和两个按钮，S1 按钮为复位按钮，按此按钮可对系统的软、硬件进行复位，然后引导系统重新启动。S2 是系统非屏蔽中断请求按钮，按此按钮系统进行热启动。S3 是 NCK 启动开关，设定 NCK 的启动运行方式。S4 是 PLC 运行模式设定开关。这些开关的具体作用与位置设置见下表。

NCU 模块上开关和按钮的作用

序号	开关	功能	说明	正常运行的位置
1	S1	RESET(复位)按钮	按此按钮系统进行复位	
2	S2	NMI(非屏蔽中断)按钮	系统非屏蔽中断,按此按钮完成热启动	
3	S3	NCK 启动开关	位置 0:运行状态 位置 1:清除 NCK 内存	放置在 0 位
4	S4	PLC 运行模式开关	位置 0:PLC 运行/编程模式 位置 1:PLC 运行模式 位置 2:PLC 停机模式 位置 3:清除 PLC 内存	放置在 1 位

2. 电源模块

电源模块（见下图）主要为 NC 和驱动装置提供控制和动力电源，产生母线电压，同时监测电源和模块状态。U/E 电源模块不带馈入装置。I/RF 电源模块带馈入装置。使用 I/RF 方式，应该在输入处加接三相电抗器，电源模块为驱动系统提供电源，NCU 的 5V、24V 电压，功率模块的母线直流 600V 等电压都是其提供。

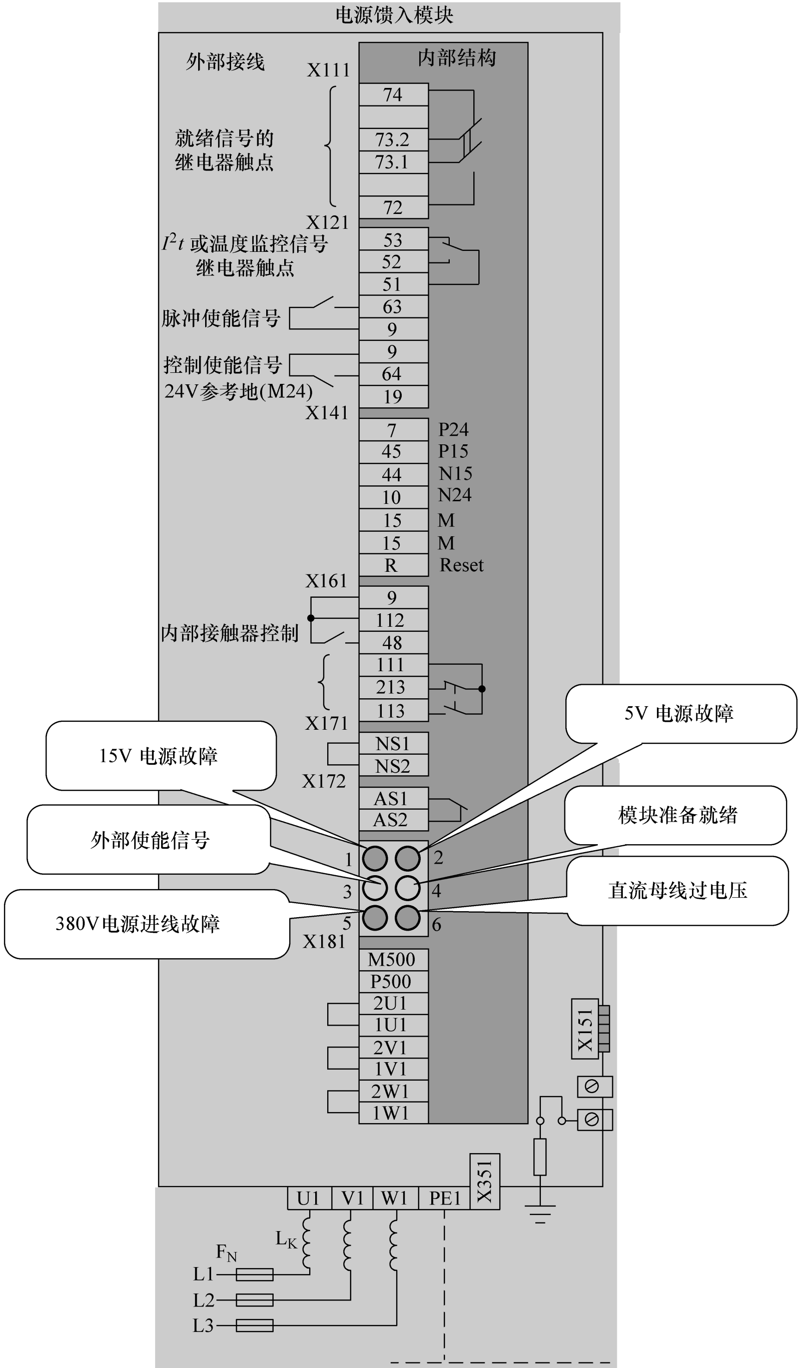


电源模块外形图

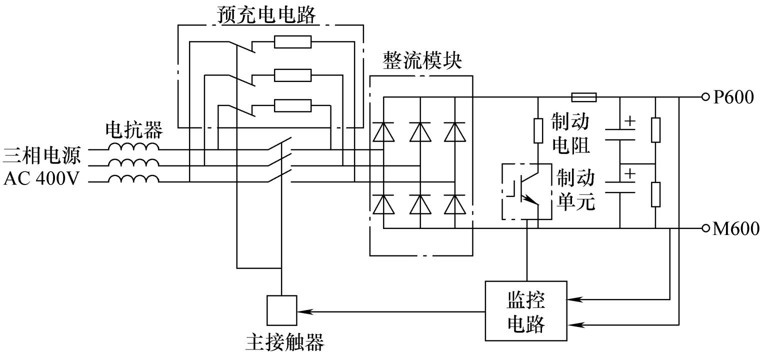
U/E 型电源模块（如下所示为其电路图）整流部分采用二极管不可控整流电路，直流母线电压在 490 ~ 644V 范围内波动。功率等级有：5kW、10kW、28kW（需外接制动电阻）。

I/RF 型电源模块（如下所示为其电路图）整流部分采用 IGBT 管，直流母线采用 PWM，直流母线电压恒定在

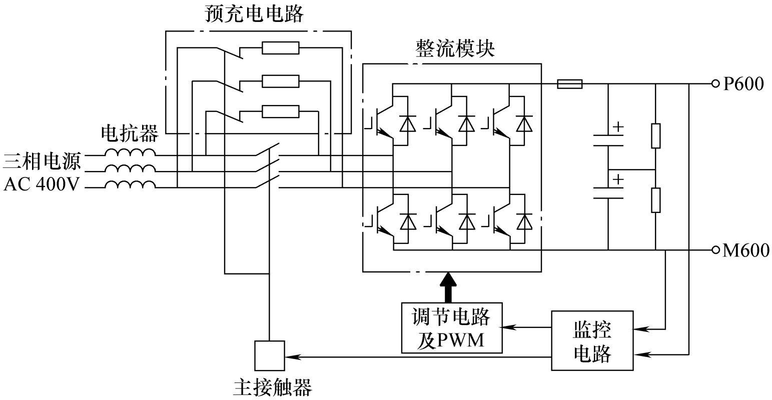
600V。功率等级有：16kW、36kW、55kW、80kW、120kW。



电源模块接口图



U/E 型电源模块电路图



I/RF 型电源模块电路图

电源模块上面的 6 个指示灯分别指示模块的故障和工作状态。一般正常情况下绿灯亮表示使能信号丢失（63 和 64），黄灯亮表示模块准备好信号，这时 600V 直流电压已经达到系统正常工作的允许值。

电源模块正常工作的使能条件：48、112、63、64 接高电平，NS1 和 NS2 短接，显示为一个黄灯亮，其他灯都不亮。直流母线电压应在 600V 左右。

电源模块接口及其作用见下表。

电源模块接口表

接口	作　　用
U1、V1、W1	主控制回路三相电输入端口
X181	工作电源的输入端口，使用时常常与主电源短接，有的系统为了让机床在断电后驱动还能正常工作一段时间，把 600V 的电压端子与 P500、M500 端子短接，这样由于 600V 电压不能马上放电完毕，还能维持驱动控制板正常工作一段时间
64	控制使能输入，该信号同时对所有连接的模块有效，该信号取消时，所有轴的速度给定电压为零，轴以最大的加速度停止转动。延迟一定的时间后，取消脉冲使能

（续）

接口	作　　用
63	脉冲使能输入，该信号同时对所有连接的模块有效，该信号取消后，所有轴的电源取消，轴以自由运动的形式停止转动
48	主回路继电器，该信号断开时，主控制回路电源主继电器断开
112	调试或者标准方式，该信号一般用在传输线的调试中，一般情况接到系统的 24V 上
X112	模块准备好信号和模块的过热信号。准备好信号与模块拨码开关的设置有关，当 S1.2 = ON，模块有故障时，准备好信号取消，而 S1.2 = OFF，模块有故障和使能（63、64）信号取消时，都会取消准备好信号，因此在更换该模块的时候要检查模块顶部拨码开关的设置，否则模块可能会工作不正常。所有的模块过载和连接的电动机过热都会触发过热报警输出
NS1/NS2	主继电器闭合使能，只有该信号为高电平时，主继电器才可能得电。该信号常用来作为主继电器闭合的连锁条件
AS1/AS2	主继电器状态，该信号反映主继电器的闭合状态，主继电器闭合时为高电平
9	24V 输出电压
19	24V 的地
R	模块的报警复位信号
X351	设备总线，为后面连接的模块供电用
X141	电压检测端子，供诊断和其他用途
7	P24，+24V
45	P15，+15V
44	N15，-15V
10	N24，-24V
15	M，0V

电源模块故障现象、故障诊断及排除见下表。

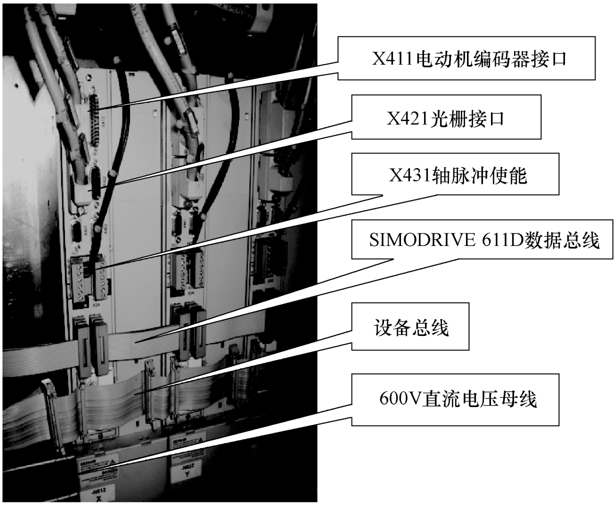
电源模块故障速查表

故障现象	故障诊断及排除
使能灯不亮	使能故障，检查 X171 端子电压及 NS1/NS2 跳线；检查 X161/48 端子对参考端子 9 是否为 +24V
15V、5V 故障灯亮	关断电源，直流电压降到安全范围，断开 X151、X121、X141、X161、X171。上电，若故障消失，说明在上面这些接口中有短路存在。然后再一个一个端子依次接上，观察哪个端子短路，若是 X151（轴模块设备总线）扁平电缆线的问题，则检查驱动模块，更换控制板或功率模块
供电电源故障	①上电时出现，检查端子 U1、V1、W1 及 X181 是否缺相，检查供电电源电压是否正常，否则更换电源模块；②故障出现在使能（48、63），断开直流母线排的连接端，上电检查电源模块，若没有故障，则说明被断开的轴模块有短路；若所有检查项目都没有问题，则可判断故障在电源模块
直流母线过电压	①上电时故障，则有可能进线电压过高，若进线电压高于 242V，则将模块上 S1 设定开关中的 S1.1 设为 ON；②若故障为电动机制动时出现，则将模块上 S1 设定开关中的 S1.3 设为 OFF

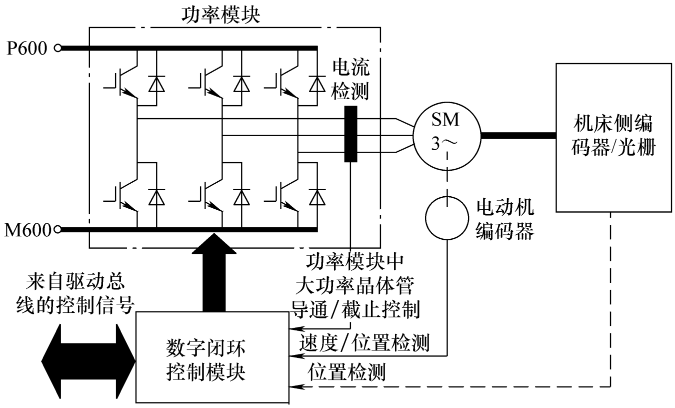
3. 611D 驱动模块

SIMODRIVE 611D 驱动模块是新一代数字控制总线驱动的交流驱动，它分为

双轴模块和单轴模块两种；相应的进给伺服电动机可采用 1FT6 或者 1FK6 系列，编码器信号为 1Vpp 正弦波，可实现全闭环控制；主轴伺服电动机为 1PH7 系列，其驱动模块采用了模块化设计，分功率模块、测量模块，各轴的测量模块可以不作任何设置的互换，功率模块只要功率相同也可以不用设置的互换。一般来说，X411 接口是接电动机的编码器，这个是必须接的。X421 接的是直接位置测量接口，如直线光栅、圆光栅。当组成半闭环系统时，可以只接电动机编码器，但需要设置相关机床参数。611D 驱动模块及其电源工作原理见下图。



611D 驱动模块



驱动模块电源工作原理图

611D 控制模块与数控系统主要通过一根数据总线相连，基本没有太多的接口信号。611D 接口及其作用见下表。

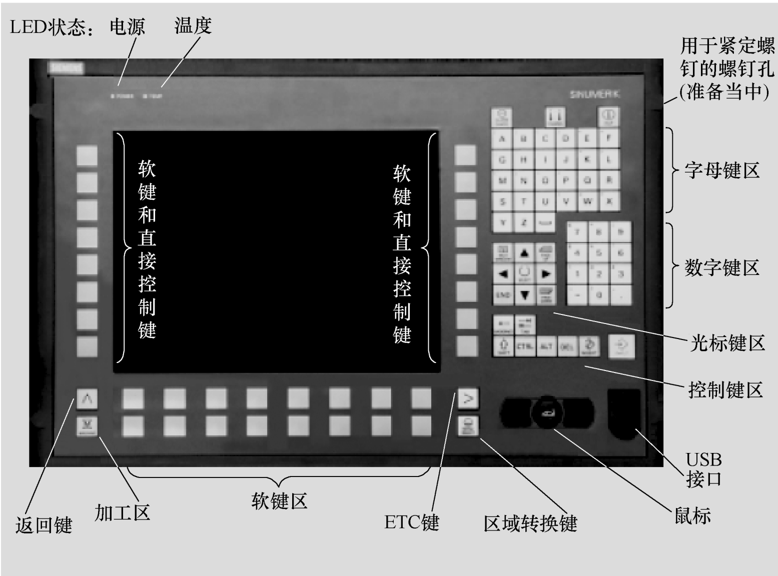
接口	作用
X431	轴脉冲使能,该信号为低电平时,该轴的电源撤销,一般这个信号直接与 24V 短接
X411	电动机编码器接口,输入电动机的编码器信号,还有电动机的热敏电阻值,其中电动机的热敏电阻值通过该插座的 13 和 25 脚输入,该热敏电阻在常温下为 580Ω,155℃时大于 1200Ω,这时控制板关断电动机电源并产生电动机过热报警(1PH7 电动机温度检测信号的连接同 1FT6/1FK6 电动机)
X421	直接测量系统输入口,输入直接位置测量信号,一般为正余弦电压信号

小提示

611D 控制板的速度环和电流环的参数设置在 NCK 里面，故更换控制板后不需要重新设置参数。

4. OP 单元

OP（Operator Panel）单元一般包括一个 10″/12″/15″ TFT 显示屏和一个 NC 键盘。根据用户不同的要求，西门子为用户选配不同的 OP 单元，如 OP010、OP012、OP015 等。OP 单元建立起 SINUMERIK　840D 与操作者之间的交互界面，可以在 OP 上进行编程、调试、监控、查看报警信息、备份与恢复数据、设置机床参数等操作，OP012 操作面板如下图所示。



OP012 操作面板

5. MCP 控制面板（见下图）

MCP（Machine Control Panel）是专门为数控机床而配置的，机床的开启，手动、自动、MDA 等的选择，轴选择、轴使能开启、倍率等操作功能，机床的

运行方式、状态等由 LED 灯指示。它也是 OPI 上的一个节点，840D MCP 的 MPI 地址是 6，用 MCP 后面的 S3 开关设定。

MCP 的主要作用是完成数控机床的各类硬功能键的操作。主要有以下 6 个硬功能键操作：

1）操作模式键区，可选择的操作模式有 JOG、MD、TEACH IN 和 AUTO 这四种操作模式。

2）轴选择键区，实现轴选择，完成轴的点动进给、回参考点和增量进给。

3）自定义键区，供用户使用，通过 PLC 的数据块实现与系统的联系，完成机床生产厂所要求的特殊功能。

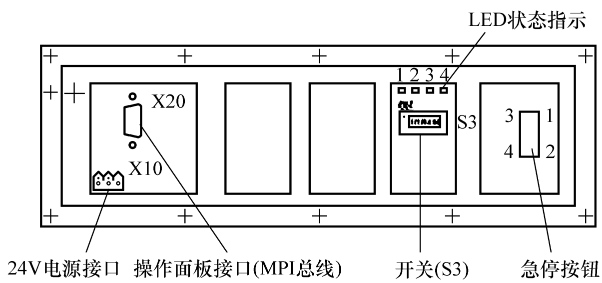
4）主轴操作区，主轴倍率开关实现主轴转速 0 ~ 120% 倍率修调，主轴起停按钮实现主轴驱动系统的起停，一般控制主轴驱动系统的脉冲使能和驱动使能。

5）进给轴操作区，进给轴倍率开关实现主轴转速 50% ~ 120% 倍率修调，进给轴起停按钮实现进给轴驱动系统的起停，一般控制进给轴驱动系统的脉冲使能和驱动使能。

6）急停按钮实现机床的紧急停机，切断进给轴和主轴的脉冲使能和驱动使能。



机床上的 MCP 控制面板正面

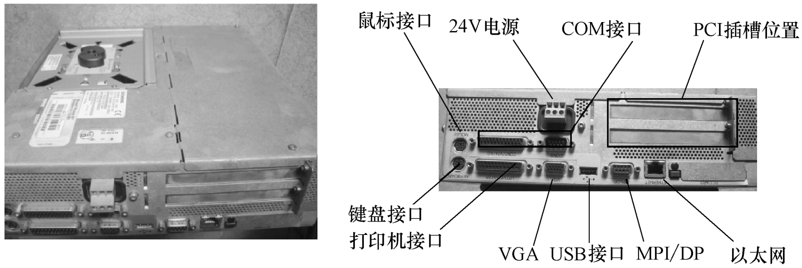


机床上的 MCP 控制面板背面

LED1、LED2 没有使用，LED3 为 24V 电源指示灯，LED4 为 MPI 通信指示灯。

6. PCU

PCU（PC Unit）实际上就是一台计算机。它有自己独立的 CPU，还可以带硬盘和软驱。OP 单元正是这台计算机的显示器，而西门子 PCU 的控制软件也在这台计算机中。PCU 是专门为配合西门子最新的操作面板 OP10、OP10S、OP10C、OP12、OP15 等而开发的 MMC 模块，目前有三种 PCU 模块——PCU20、PCU50、PCU70，PCU20 对应于 MMC100.2，不带硬盘，但可以带软驱；PCU50、PCU70 对应于 MMC103，可以带硬盘，与 MMC 不同的是，PCU50（见下图）的软件是基于 Windows NT（新版为 Windows XP）的。PCU 的软件被称作 HMI，HMI 分为两种：嵌入式 HMI 和高级 HMI。一般标准供货时，PCU20 装载的是嵌入式 HMI，而 PCU50 和 PCU70 则装载高级 HMI。

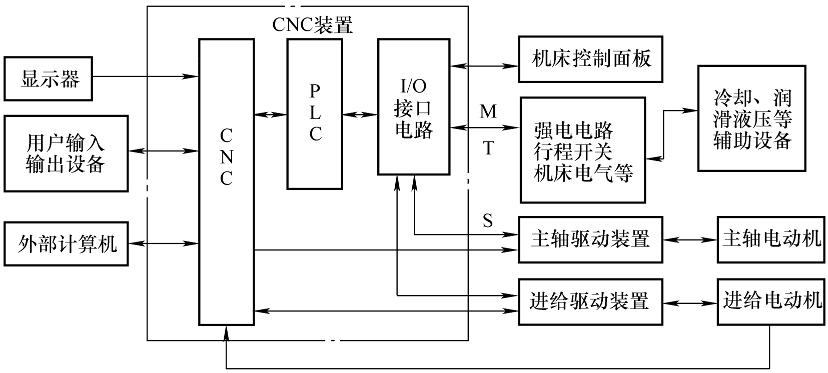


PCU50

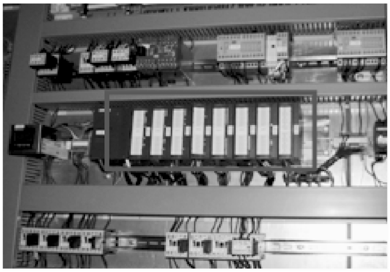
7. PLC 模块

SINUMERIK 840D 系统的 PLC 部分使用的是西门子 SIMATIC S7-300 的软件及模块，在同一导轨上，从左到右依次为电源模块（Power Supply）、接口模块（Interface Module）及信号模块（Signal Module），PLC 的 CPU 集成在 NCU 中，通过 NCU 上的 X111（SIMATIC S7-300 IM）接口与 PLC 模块连接。

内装型 PLC 的 CNC 系统框图见下图。



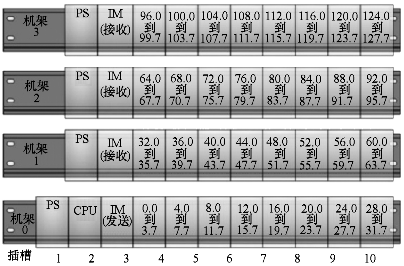
内装型 PLC 的 CNC 系统框图



安装在机床上正在运行的 PLC 840D 系统集成了 PLC 的 CPU，多数采用 315-20P CPU，外部输入/输出开关信号必须通过外挂的 I/O 模块与系统的 NCU 连接，当控制的输入/输出点数多时，如加工中心控制，就采用 S7-300 系列模块



PLC 模块主要对操作面板、轴使能、与换刀动作有关的液压或气压、润滑、冷却、报警及状态信息进行控制



模块示意图

最多是 8 个 SM(信号)模块，机架最多是 4 级。就 840D 系统而言，其内置 S7-300 的 CPU，同时也将机架 0 的资源占用了。如机床控制面板的输入/输出，即是机架 0 的地址资源，地址为 0 ~ 31，那么机架 1 的地址就是 32 ~ 63，机架 2 是 64 ~ 95，机架 3 是 96 ~ 127

第 2 章

西门子 840D 数控系统基本操作及检查

2.1　机床操作面板的功能及操作

数控机床操作面板是数控机床的重要组成部件，是操作人员与数控机床（系统）进行交互的工具，维修人员必须掌握机床面板的操作与检查工艺。

2.1.1　常用机床面板操作键功能及维修应用

西门子 840D 数控系统具有自动、手动、编程、回参考点、手动数据输入自动运行等功能，见下表。

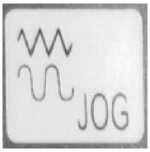
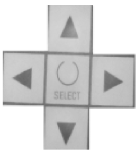
按键	功　能	维修应用
自动（AUTO）按键	西门子 840D 数控系统的程序一般来讲是在 NCK 的 RAM 里执行，所以对 MMC103 或 PCU50 来讲，需要先把程序装载到 NCK 里，但对于特别长的程序，可以选择在硬盘里执行，具体操作方法为：选择加工程序概要，用光标选择要执行的程序，选择从硬盘执行即可。在自动方式下，如果 MMC 装有 SINDNC 软件，还可以从网络硬盘上执行相关检修程序	加工尺寸不合格，维修后，需编程加工验证的按键
手动（JOG）	手动按键主要用来调整机床，手动有连续手动和步进手动。有时需要走特定长度时，可以选择变量 INC 方式，这时输入要运行的长度即可	在维修中常用的工作方式，如换刀、交换工作台等
手动数据输入自动运行（MDA）	MDA 与自动方式差不多，只是它的程序可以逐段输入，不一定是一个完整的程序，它储存在 NCK 里面一个固定的 MDA 缓冲区里，可以把 MDA 缓冲区的程序存放在程序目录里，也可以从程序区里把程序调到 MDA 缓冲区来	在维修中和自动方式配合使用，如换刀，运行一段程序等

（续）

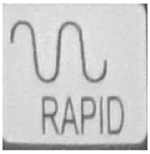
按键	功　　能	维修应用
重　定　位（REPOS）	有时在程序自动执行时，需要停下来把刀具移开检测工件，然后接着执行程序，需要重定位功能。操作方法是在自动方式下按暂停键暂停程序执行，转到手动，移开相应的轴，要重新执行程序时，转到重定位方式，按相应的轴移动按钮，回到程序中断点，按启动键程序继续执行	加工中断，回到程序中断点，继续加工。注意：在这个过程中，不允许按复位键
回参考点	数控机床在接通电源后要做回零的操作键。当机床断电后，就会失去对各坐标位置的记忆，所以在接通电源后，必须让各坐标轴回到机床一固定点上，这一固定点就是机床坐标系的原点或零点，也称机床参考点。使机床回到这一固定点的操作称为回参考点或回零操作。系统通过返回参考点来确定机床的原点位置，重新正确建立机床坐标系	故障修复后须回参考点，以便试切加工。如果轴不在安全位置，必须手动方式或在 MDI 方式下，把轴移到安全位置
编程	数控编程包括分析零件图样，确定加工工艺过程；计算走刀轨迹，得出到位数据；编写数控加工程序；制作控制介质；校对程序及首件试切。对程序进行编辑时，按编辑键即可进行操作	故障修复后编程试切加工

2.1.2　手动控制运行操作

在手动（JOG）运行方式中，可以使坐标轴点动运行，坐标轴运行速度可以通过修调开关进行调节，见下表。

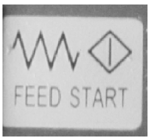
按键图标	操　　作
	通过机床控制面板上的“JOG”键选择 JOG 运行方式，以实现手动方式下对机床进行各种操作
	操作相应的“方向”键可以使坐标轴运行
	需要时，可以用该修调开关调节进给速度

（续）

按键图标	操　　作
	快速移动键，同时按下相应的坐标轴键和“快速移动”键，坐标轴以快进速度运行
	增量选择键，在按下“增量选择”键后，各坐标轴将以所选择的步进增量运行，步进量的大小在屏幕上显示。再按一次“点动”键即可去除步进方式

2.1.3　半自动控制运行操作

半自动控制运行操作也指 MDA 运行方式，在 MDA 运行方式下，可以编制一个零件程序段，并且能执行。半自动控制按键图标及其操作见下表。

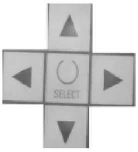
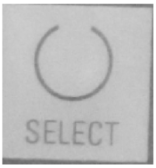
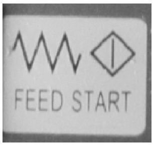
按键图标	操　　作
	按下机床控制面板上的“MDA”键，即可选择 MDA 运行方式
	按下该键，通过操作面板可以输入需要的程序段
	按下该“数控启动”键，可执行输入的程序段

小提示

在程序执行时，不可以对程序段进行编辑，执行完毕后，输入区的内容仍保留，该程序段可以重新运行。

2.1.4 自动控制运行操作

自动方式下，零件程序可以完全自动加工执行，这是零件加工中正常使用的方式。按下“自动方式”键，即选择了自动运行方式，屏幕上显示“自动方式”状态图、位置、进给值、主轴值、刀具值及当前程序段，零件即在自动方式下加工。自动控制按键图标及其操作见下表。

按键图标	操　　作
	按下“自动方式”键，选择自动工作方式
	把光标移动到指定的程序上
	按“选择”键，即可选择待加工的程序
	按下“数控启动”键，可执行零件加工程序

进行零件加工的前提条件如下：

1）各轴都已经回参考点。

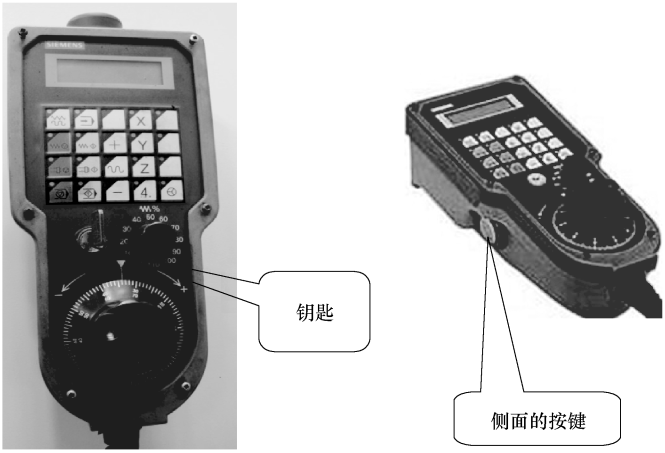
2）待加工的零件程序已经装入。

3）已经输入必要的补偿值，如刀具补偿。

4）必要的安全锁定装置已经启动，如防护门。

2.1.5 手持单元操作

手持单元操作见下表。



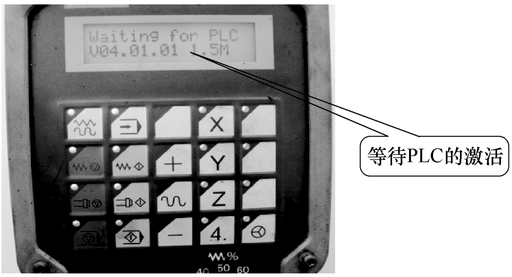
电子手轮

侧面有 1 个 2 位的按键，用于打开机床门时调试使用。打开机床门后，伺服允许会断开，只有当机床控制面板上的“开门确认”开关打开，同时按下侧面的按钮，伺服才允许

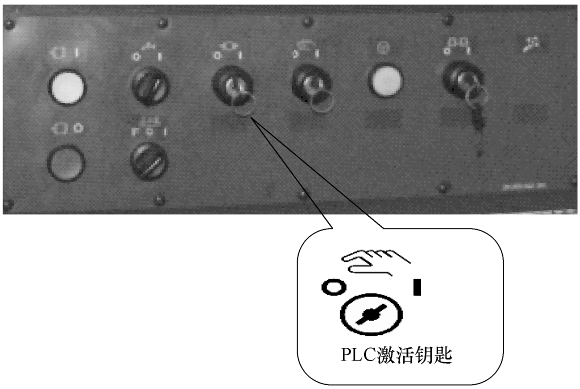


在手轮方式下

手轮方式，可以用手轮上的 X/Y/Z 键操作其沿相应的轴作轴向移动，速度倍率是 1 ~ 1000，一般用于对刀



手轮的钥匙已打开，但若机床控制面板上的激活钥匙没有开启，手轮功能则不能使用



激活钥匙是否打开，表示从 PLC 上是否激活，硬件上是否接入。当打到“关”的位置，表示没有接入手轮。可以拆下手轮，但拆下手轮后，接口需接上终端电阻，否则不能使用

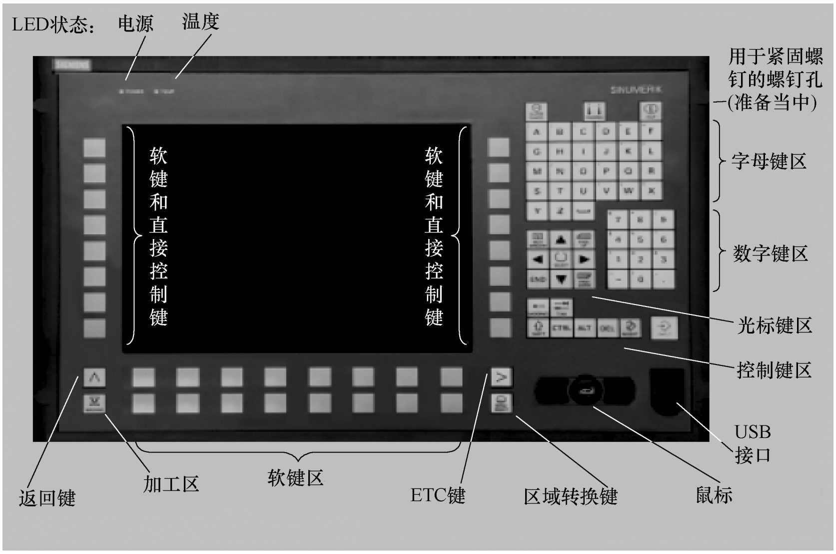
小提示

要使用手轮，在手动方式下选择手轮，手轮单元方可使用。

2.2 操作面板（OP012）的操作及连接

2.2.1 操作面板（OP012）简介

OP（Operator Panel）单元一般包括一个 10″/12″/15″TFT 显示屏和一个 NC 键盘。根据用户不同的要求，西门子为用户选配不同的 OP 单元，下面以 OP012 为例，说明操作面板 OP 的操作，见下表。



OP012 正面图

1）字母键区包含 A ~ Z 键和空格键

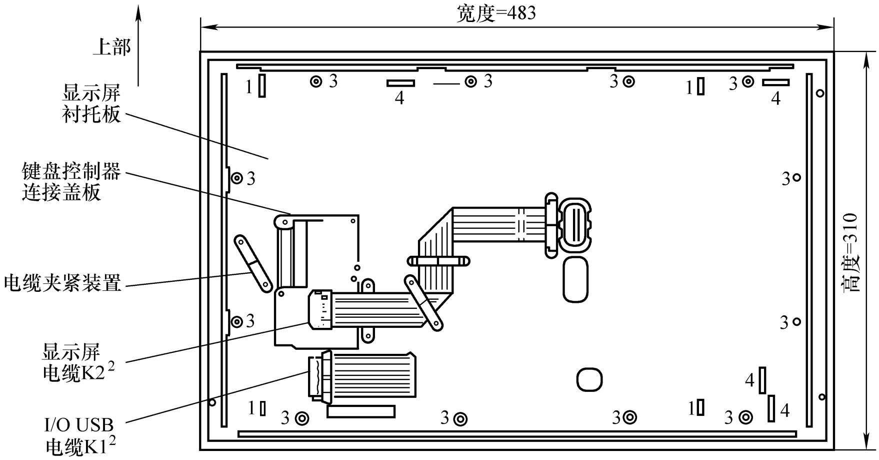
2）数字键区包括数字 0 ~ 9，“ - ” 符号和小数点

3）光标键区用于在屏幕上定位

4）控制键区提供特殊功能

5）软键区包括各种操作功能按键

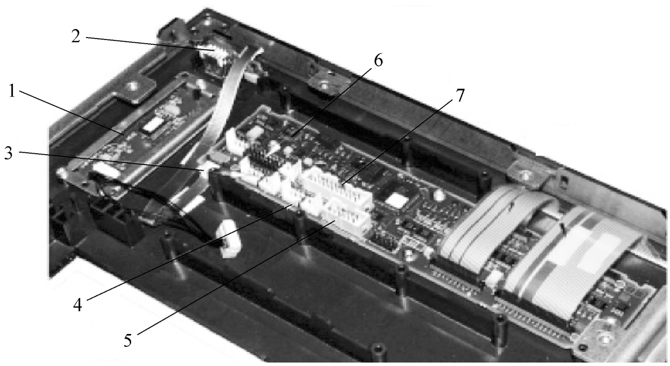
6）软键和直接控制键区



OP012 背面图

1—PCU 鱼尾板安装槽
2—折叠电缆
3—箱体螺钉
4—软键标签条插槽

OP012 背面图（打开后盖）要特别注意拆装顺序



OP012 打开背面后盖图

1—鼠标接口
2—USB 接口
3—接头 X4 用于鼠标
4—接头 X14 用于背光灯

5—接头 X12 备用

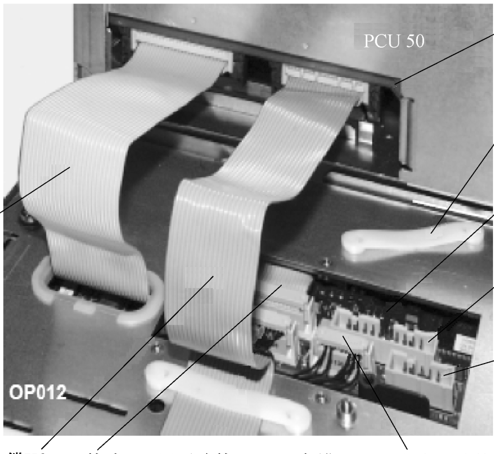
6—接头 X1 用于 IO USB 电缆 K1

7—接头 X11 用于垂直软按键的信号接口

2.2.2 操作面板（OP012）的连接

1. OP012 单元与 PCU50 的连接

OP 单元是 SINUMERIK 840D 数控系统与操作者之间的交互界面，进行编程、调试、监控、查看报警信息、备份与恢复数据、设置机床参数等操作，下面以 OP012 操作面板为例，说明它们之间的连接，见下表。



（1）OP012 箱体背面的接口及连接

1）K1、K2 为用于连接 PCU50 的扁平电缆线

2）X11 为两行 8 个直接控制键“垂直软按键”信号接口

（2）OP012 和 PCU50 的安装及连接步骤

1）把 OP012 放置于一个水平光滑的表面上，正面朝下

2）把 PCU50 安装到安装板上

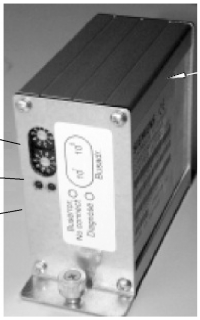
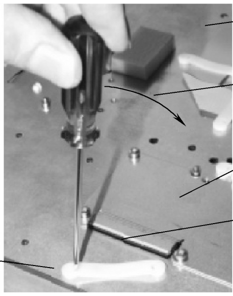
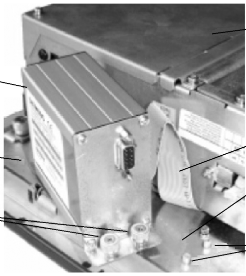
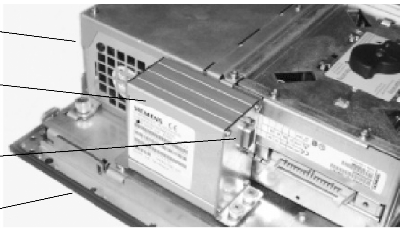
3）把安装板的接头垂直地插到 OP012 的安装槽中

4）把 PCU50 向左打开，使两接头成为铰链，防止连接意外脱落

5）把 OP012 的电缆插头 K1、K2 插入到 PCU50 对应插座上并合上插销

6）把 PCU50 放置到位，紧固螺钉

2. OP012 上安装直接控制键子模块及 PCU50（见下表）

<table>
<tr>
<td></td>
<td>直接控制键子模块</td>
<td>1—编码开关
2—LED 指示灯
3—连接 OP012 的电缆线位置（在箱体内）
直接控制键子模块的作用是把 OP012 显示屏两侧键的操作信号直接传送到 SIMATIC</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>取下 OP012 上的电缆紧固装置</td>
<td rowspan="2">直接控制键子模块安装到 OP012 上 PCU50 的一侧，并通过一个短扁平电缆线连接到键盘控制器
在 OP012 上安装及连接直接控制键子模块
1）取下 PCU50
2）按照左上图中方向撬动，使紧固挡块松开，取下键盘控制器盖板旁边的扁平电缆紧固装置
3）取下键盘控制器盖板
4）从箱体边框取下用于紧固按键面板扁平电缆线的橡胶镶边
5）把与直接控制键子模块一起提供的扁平电缆一头（不带橡胶镶边），通过盖板上的插槽插入到 X11 插座上
6）紧固盖板螺钉，并重新装上 PCU50
7）把扁平电缆线连接到直接控制键子模块
8）拧紧滚花螺钉，使直接控制键子模块与盖板固定
把 Profibus 插头插入到直接控制键子模块的插座中</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>在 OP012 上安装直接控制键子模块</td>
</tr>
</table>

小提示

1）直接控制键子模块从 Profibus 断开（或有其他故障），则“总线故障”LED 灯亮。

2）拆卸 PCU50 时必须首先拆除直接控制键子模块。

3）使用前必须在直接控制键子模块上用编码开关设定 Profibus 的地址 01～99。

2.3　西门子 840D 数控系统报警信息

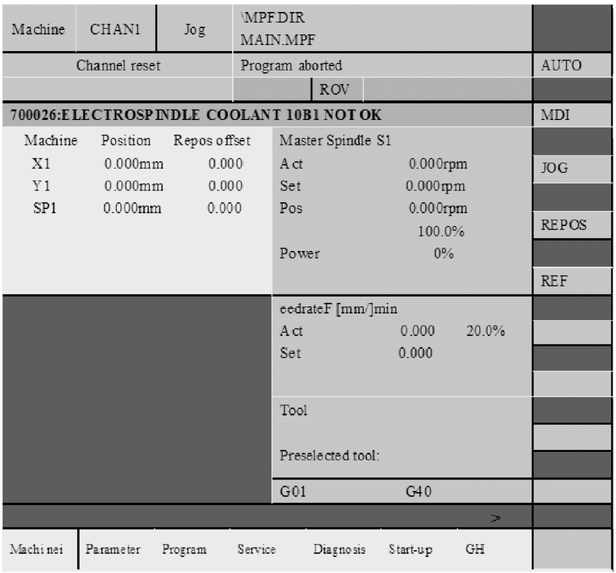
西门子 840D 数控系统的数控机床出现故障报警时，在系统屏幕上，通常报警显示行只显示一条报警信息，而其他报警可在报警信息显示画面显示。

2.3.1　西门子 840D 数控系统报警信息的查看

西门子 840D 数控系统诊断功能包括报警信息、操作信息、报警历史记录、驱动信息、PLC 状态检测信息等，查看西门子 840D 系统报警信息的方法如下：

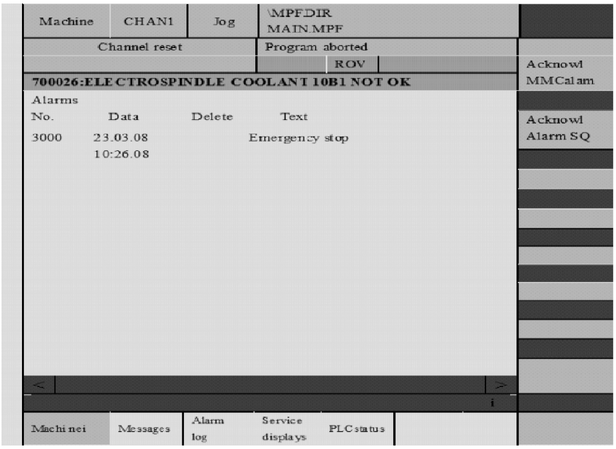
1）按菜单转换按键

使屏幕进入含有 Diagnosis（诊断）功能的画面，如下图所示。



含有 Diagnosis（诊断）功能的画面

2）按 Diagnosis（诊断）功能软键的屏幕如下图所示。



西门子 840D 系统报警显示画面

3）按下 Alarms（报警）软键，显示所有已发生的没有被恢复的报警信息。

小提示

1）按操作面板上的 HELP 按钮可以调出各个报警的详细解释。

2）Messages（信息）功能软键，可以显示 PLC 操作、报警信息号、发生的时间和信息内容。

3）Alarm log（报警日志）软键，可以显示近期多条报警信息及发生时间。

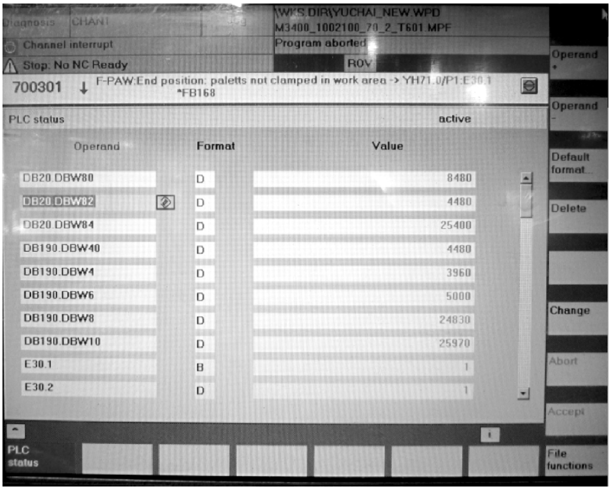
2.3.2　查看西门子 840D 数控系统 PLC 输入/输出状态

很多数控系统都有 PLC 输入、输出状态显示功能，西门子 840D 数控系统也不例外，利用这项功能，可以直接在线观察 PLC 的输入、输出的瞬时状态，这些状态的在线检测对诊断数控机床的很多故障是非常有用的。

1）在任何操作画面，按菜单转换按键，屏幕进入 Diagnosis（诊断）功能的画面。

2）按 Diagnosis（诊断）功能软键，屏幕进入西门子 840D 数控系统报警显示画面 。

3）按下 PLC status 软键，进入 PLC 状态，如下图所示。

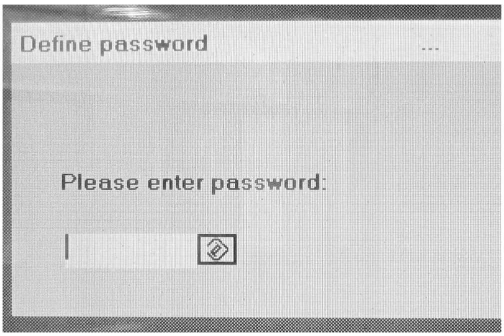


PLC 状态画面

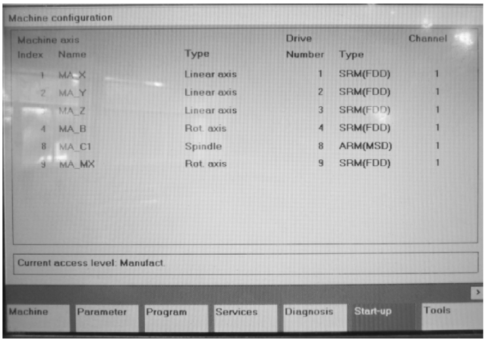
在左侧 Operand（操作数）下面的输入行输入需要显示的 PLC 地址，那么，在右侧 Value（值）就会显示出该操作数的现行状态。

2.3.3　查看、修改机床参数

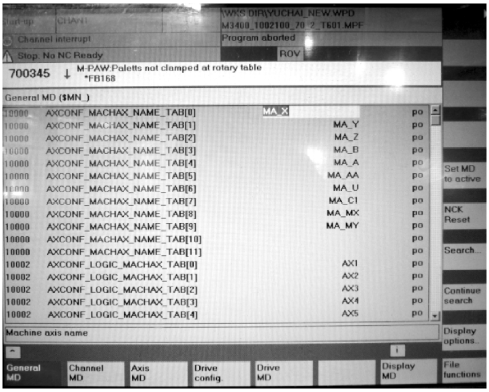
为了使用相同的数控系统控制不同的机床，通常通过设定或修改机床的参数进行匹配。另外，有的机床出现故障时可以通过修改机床参数恢复机床正常工作。设定或修改参数的步骤见下表。

 	1）在 Start-up（启动）菜单下输入密码，按 OK 键

（续）



2）按菜单选择键 MENU SELECT 找到含有 Start-up（启动）功能的菜单，按 Start-up（启动）键后屏幕显示如左图所示



3）按 Machine data（机床数据）软键系统进入机床数据页面

小提示

在这个页面有 5 个选项，可以查看、修改通过机床数据（General MD）、通道机床数据（Channel MD）、轴机床数据（Axis MD）、驱动机床数据（Drive MD）及显示机床数据（Display MD），按相应的软键进入机床数据显示画面，即可进行修改。

2.4　西门子 840D 数控系统数据系列备份

西门子 840D 数控系统的上位机 MMC103 或 PCU50、PCU70 带有硬盘，数控机床的数据和程序可通过系列备份将 NC 备份文件、PLC 备份文件和 MMC 的备份文件储存在备份文件中，也可以将这 3 个备份文件复制出来在外部保存。一旦数控机床出现数据错误，可以将 3 个文件恢复到系统中。

2.4.1 数据系列备份

1. 数据系列备份前传输参数的设定（西门子系统 V24）

进行数据备份前，应先确认接口数据设定。根据两种不同的数据备份的方法，接口数据设定有两种：PC 格式和纸带格式。

西门子 840D 810D V24 参数设定见下表。

西门子系统传输参数设置表

设定项目	设备	波特率	停止位	奇偶	数据位	X ON	X OFF	传输结束	XON 后开始	确认覆盖	CR LF 为段结束	遇 EOF 结束	测 DRS 信号	前后引导	磁带格式
PC 格式二进制	RTS CTS	9600	1	None	8	11	13	1a	N	N	N	N	N	N	N
纸带格式	RTS CTS	9600	1	None	8	11	13	1a	N	N	Y	Y	N	N	Y

小提示

在做数据备份或数据恢复工作时，必须要遵循两个原则：

1）准备接收数据的一方先准备好，处于接收状态。

2）输入、输出端两端参数应该设定一致。

2. 数据系列备份操作

数据系列备份包括 NC、PLC、MCC 数据的备份，操作步骤如下：

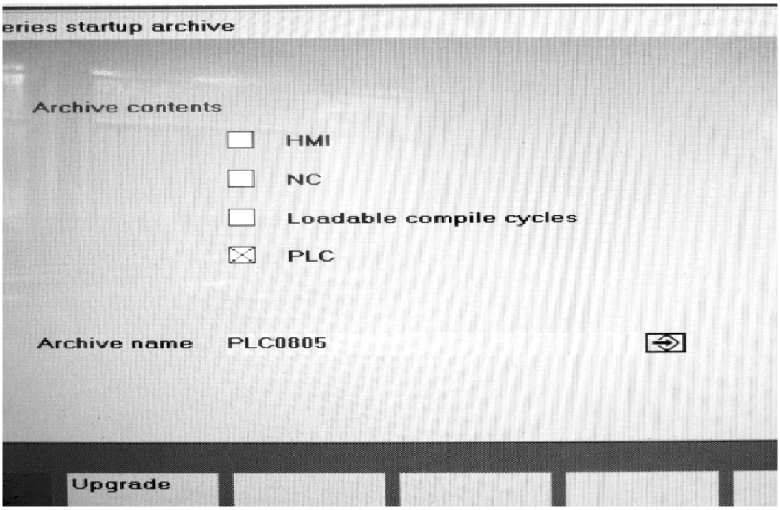
1）在 Start-up 菜单输入密码。

2）按菜单选择键 MENU SELECT 找到含有 Service（服务）功能的菜单。

3）按 Service 下面的软键，进入 Service 菜单。

4）按扩展键 >，进入文件、数据备份画面。

5）按 Series start-up 下面的软键，进入数据、文件系列备份画面，如下图所示。



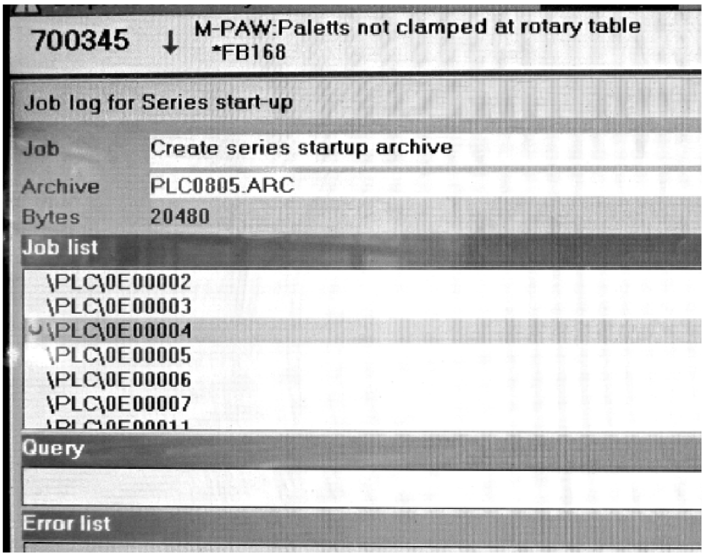
系列备份页面

6）用上下箭头按键选择需要备份的数据（例如光标移到 PLC），用选择 SELECT 按键确认。

7）输入文件名（例如 PLC0805），按黄色输入 INPUT 按键确认。

8）按屏幕右面的 Archive 软键进行相应数据文件的硬件备份，下图所示为对 PLC 数据进行备份的页面（文件名 PLC0805. ARC）。

9）重复 6）、7）、8）步就可以将 NC、PLC、MMC 的数据文件进行备份，如下图。



PLC 备份页面

> **小提示**
>
> 按下列程序操作，就可以查看系列备份的文件。

1）在 Start-up 菜单输入密码。

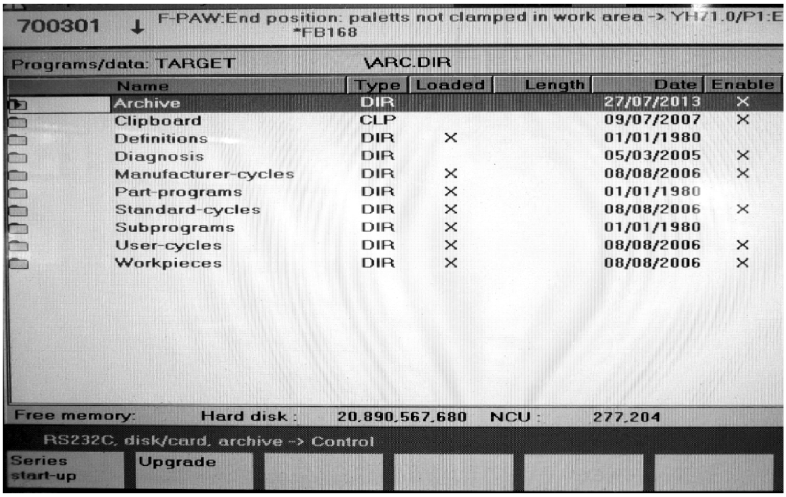
2）按菜单按键 MENU SELECT，找到含有 Service（服务）功能的菜单。

3）按 Service 下面的软键，进入 Service 菜单。

4）按 Data selection 下面的软键。

5）用箭头键选择文件夹 Archive。

6）按黄色输入 INPUT 键可显示备份文件夹中的内容，如下图所示。



备份文件内容显示

3. 数据恢复

数据恢复包括 NV 数据和 PLC 程序，其步骤如下：

1）按“Start-up”下面的软键。

2）按扩展键“>”。

3）按“Password”下面的软键。

4）按屏幕右侧“Set password”右面的软键。

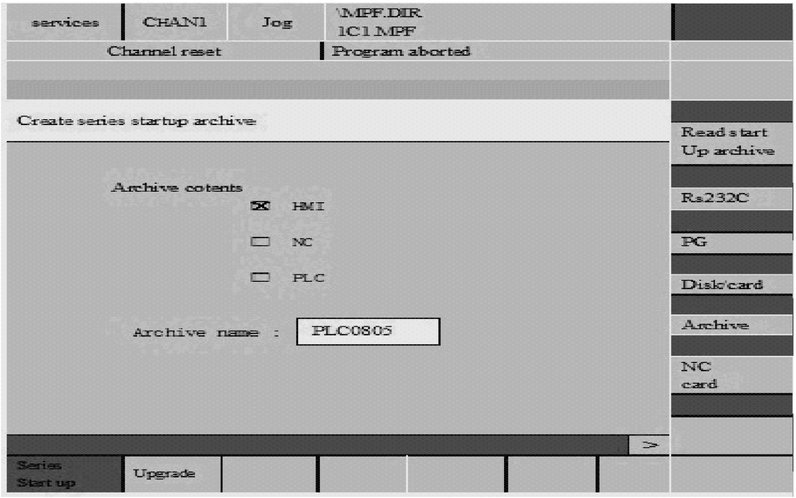
5）输入密码“SUNRISE”，按黄色输入键确认。

6）按菜单转换键。

7）按“Services”下面的软键。

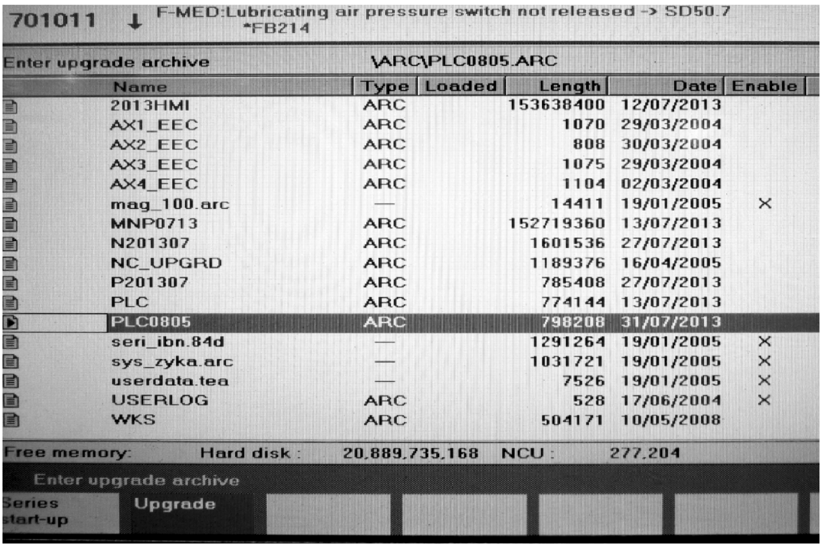
8）按扩展键“>”

9）按屏幕下方“Series start-up”下面的软键，进入如下图所示的页面。



西门子 840D 数控系统系列备份页面

10）按屏幕右侧“Read start Up archive”右面的软键，进入如下图所示的页面。



西门子 840D 系统系列备份回装文件选择页面

11）选择 NC 数据文件。

12）按屏幕右侧“Start”右侧的软键。

13）按屏幕右侧“Yes”右侧的软键，系统即开始自动恢复 NC 数据。

14）然后按照 10）~13）的步骤选择 PLC 系列备份文件，恢复 PLC 数据。

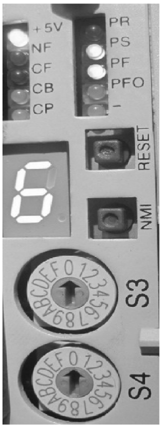
15）数据恢复结束，按屏幕右侧“Make start Up archive”返回上一级菜单，系统报警。

小提示

关机，几分钟后重新开机，系统报警消除，机床恢复正常工作。

2.4.2 NC 和 PLC 总清

西门子 840D 数控系统有时出现程序、数据混乱故障，或者更换 NCK 模块后，需要恢复系统数据。恢复数据之前需要对 NC 和 PLC 进行总清（即初始化），然后再下载数据，见下表。

<table>
<tr>
<td rowspan="2">

RESET：复位按钮
S3：NCK 启动开关
S4：PLC 启动开关</td>
<td>NC
总清</td>
<td>1）将 NC 启动开关 S3→“1”
2）启动 NC，如 NC 已启动，可按一下复位按钮 RESET
3）待 NC 启动成功，七端显示器显示“6”，将 S3→“0”，NC 总清即执行完成</td>
</tr>
<tr>
<td>PLC
总清</td>
<td>1）将 PLC 启动开关 S4→“2”，PS 灯会亮
2）将 PLC 启动开关 S4→“3”并保持 3s，等到 PS 灯灭了再亮起
3）在 3s 之内，快速地执行下述操作 S4：“2”→“3”→“2”，PS 灯先闪，然后又亮，PF 灯亮
4）等 PS 和 PF 灯亮了，S4→“0”，PS 和 PF 灯灭，而 PR 灯亮，PLC 总清即执行完成</td>
</tr>
</table>

小提示

1）NC 总清后，SRAM 内存中的内容被全部清掉，所有机器数据（Machine Data）被预置为默认值。

2）PLC 总清后，PLC 程序可通过 STEP7 软件传至系统，如 PLC 总清后屏幕上有报警，可作一次 NCK 复位。

3）总清后恢复数据步骤可以参照上一节内容，分开备份的，按先恢复 NC 数据后恢复 PLC 数据原则。

第 3 章

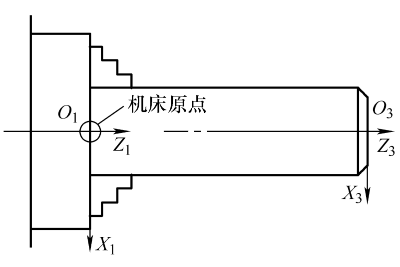
数控机床参考点故障的维修

3.1 数控机床参考点

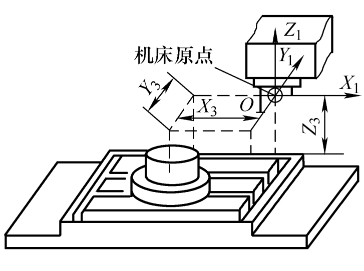
3.1.1 机床参考点的设置

1. 机床参考点

参考点（如下图）又叫原点、零点、基准点，是机床上的固定点，加工轴的测量系统以此为基准。在数控机床中定义了不同的零点和基准点，分机械零点和电气零点，数控机床一经制造，即可产生并确认机械零点所在，所有测量系统均可以以机械零点为出发点，通过凸轮和测量系统来确定电气参考点，这些参考点可以是机床能够返回的基准点，也可以是工件尺寸编程的基准点。参考点作为工件坐标系的原始参照系原点，机床参考点确定后，各工件坐标系也随之建立了。



数控车床的参考点

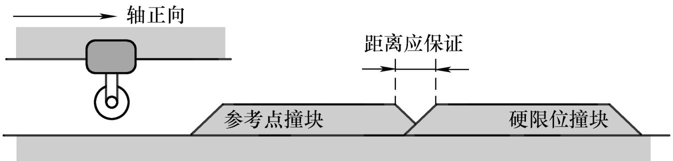


数控铣床的参考点

2. 参考点的建立

如果所使用的位移测量系统没有绝对式编码器（光栅尺），那么，机床在停

电后并不能识别机床各轴的移动，则重新通电后，必须要做返回参考点运行，其目的就是让机床的机械零点和电气零点相关联，从而保证测量系统所提供的实际值与机床坐标值相一致，并为建立各坐标系提供参照。当手动或自动回机床参考点时，首先，回归轴以正向快速移动，当行程开关（或接近开关）碰上（或接近）撞块（即参考点）时，开始减速运行。当行程开关（或接近开关）离开撞块（参考点）时，继续以 F_L 的速度移动，当走到相对编码器的零位时，回参考点电动机停止，并将此零点作为机床的参考点，其建立过程如下图所示。



参考点的建立过程

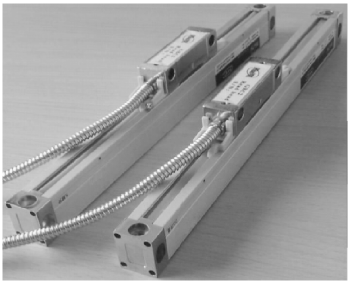
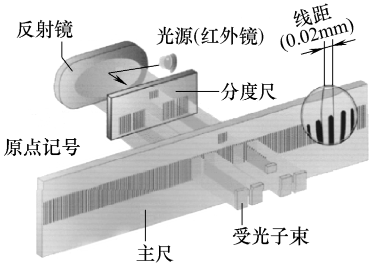
3. 检测位移的测量系统

光栅尺与编码器（圆光栅）都是检测位移量的测量系统，按形状分，光栅尺是直线型，编码器是旋转型，光栅尺与编码器两者输出的信号既可以是增量型的，也可以是绝对型的。

光栅位移传感器的工作原理：一对光栅副中的主光栅（即标尺光栅）和副光栅（即指示光栅）进行相对位移时，在光的干涉与衍射共同作用下产生黑白相间（或明暗相间）的规则条纹图形（称之为莫尔条纹），经过光电器件转换使黑白（或明暗）相同的条纹转换成正弦波变化的电信号，再经过放大器放大，整形电路整形后，得到两路相差为90°的正弦波或方波，送入光栅数显表以计数显示。

光电编码器是一种通过光电转换将输出轴上的机械几何位移量转换成脉冲或数字量的传感器，是目前应用最多的传感器。在伺服系统中，由于光电码盘与电动机同轴，电动机旋转时，光栅盘与电动机同速旋转，经发光二极管等电子元件组成的检测装置检测输出若干脉冲信号。通过计算每秒光电编码器输出脉冲的个数就能反映当前电动机的转速。此外，为判断旋转方向，码盘还可提供相位相差 90°的两个通道的光码输出，根据双通道光码的状态变化确定电动机的转向。

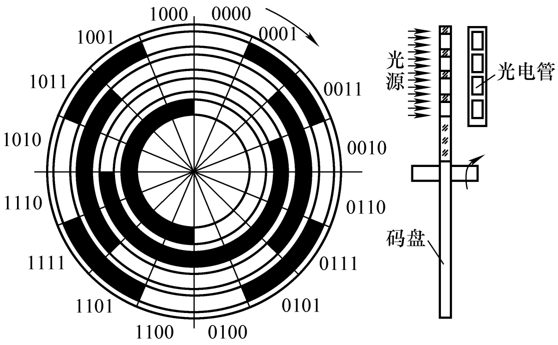
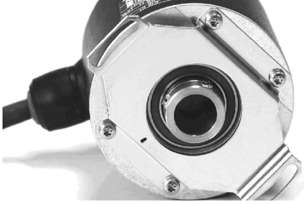
（1）光栅尺类型（见下表）

	1）这是光栅尺的外形结构，通常，它是可用来检测机械装置的位移，光栅尺经常应用于数控机床的闭环伺服系统中，可用作直线位移或者角位移的检测，具有检测范围大、检测精度高、响应速度快的特点。常用的光栅尺可分为增量光栅尺与绝对光栅尺两种
	2）光栅尺结构、原理。主尺与分度尺相对移动，产生变化的光线信号，经过光电器件的转换处理，用来检测机械装置的位移。光栅尺按照制造方法和光学原理的不同，又可分为透射光栅和反射光栅

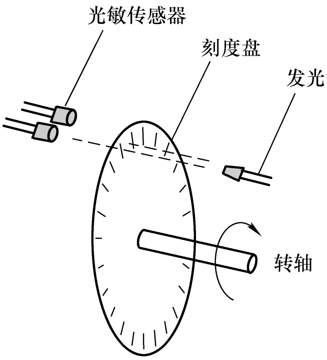
（2）光电编码器（旋转型圆光栅）　根据旋转型光电编码器（圆光栅）刻度方法及信号输出形式不同，可分为增量式、绝对式两种，见下表。

绝对式光电编码器	
	利用自然二进制或循环二进制（格雷码）方式进行光电转换。绝对式编码器与增量式编码器不同之处在于圆盘上透光、不透光的线条图形，绝对编码器可有若干编码，根据读出码盘上的编码，检测绝对位置。编码的设计可采用二进制码、循环码、二进制补码等。它的特点是： ①可以直接读出角度坐标的绝对值 ②没有累积误差 ③电源切除后位置信息不会丢失

（续）

绝对式光电编码器	
 a)	1）它的圆形码盘上沿径向有若干同心码道，每条道上由透光和不透光的扇形区相间组成，相邻码道的扇形区数目是双倍关系，码盘上的码道数就是它的二进制数码的位数，在码盘的一侧是光源，另一侧对应每一码道有一光敏元件；当码盘处于不同位置时，各光敏元件根据受光照与否转换出相应的电平信号，形成二进制数。这种编码器的特点是不要计数器，在转轴的任意位置都可读出一个固定的与位置相对应的数字码。显然，码道越多，分辨率就越高。对于一个具有 *N* 位二进制分辨率的编码器，其码盘必须有 *N* 条码道 2）绝对式编码器还有一个绝对零位代码，当停电或关机后，再开机重新测量时，仍可准确地读出停电或关机位置的代码，并准确地找到零位代码 3）绝对式编码器轴旋转时，有与位置对应的代码（二进制、BCD 码等）输出。从代码大、小的变更，即可判别正反方向和位移所处的位置
增量式光电编码器	
	增量式光电编码器（圆光栅）外形和绝对式编码器是一样的。增量式光电编码器直接利用光电转换原理输出三组方波脉冲 A、B 和 Z 相；A、B 两组脉冲相位差 90°，从而可方便地判断出旋转方向，而 Z 相为每转一个脉冲，用于基准点定位

（续）

增量式光电编码器	
	增量式编码器是由一个带有中心有轴的光电码盘(在圆盘上有规则地刻有透光和不透光的线条)及安放在圆盘两侧的发光元件和光敏元件构成的。当圆盘旋转时,光敏元件接收的光通量随透光线条同步变化,光敏元件输出波形经过整形后变为脉冲,获得四组正弦波信号组合:A、/A、B、/B,每个正弦波相差 90° 相位差(相对于一个周期为 360°),用以判断旋转方向。码盘上有 Z 相标志(参考机械零位),每转一圈输出一个 Z 相脉冲,以代表零位参考位 由于 A、B 两相相差 90°,可通过比较 A 相在前还是 B 相在前,以判别编码器的正转与反转。如果 A 相脉冲比 B 相脉冲超前,则光电编码器为正转,否则为反转;通过零位脉冲,可获得编码器的零位参考位 当脉冲数已固定,而需要提高分辨率时,可利用 90° 相位差 A、B 两路信号,对原脉冲数的频率进行 2 倍或 4 倍的放大。轴的每圈转动,增量型编码器提供一定数量的脉冲。周期性的测量或者单位时间内的脉冲计数可以用来测量移动的速度。双通道编码器输出脉冲之间相差为 90°,能使接收脉冲的电子设备接收轴的旋转感应信号,三通道增量型旋转编码器每一圈产生一个称之为零位信号的脉冲

如果所使用的位移测量系统是绝对值编码器（光栅尺），则在机床安装后第一次或更换编码器（光栅尺）时需要调整及设置，设置好后不再需要回零。这种方式成本较高，中低档机床较少使用。西门子 840D 数控系统与返回参考点过程相关的参数见下表。

参数号	参数名	单位	说明
34010	REFP_ CAM_ DIR_ IS_ MINUS	—	返回参考点方向：0 正；1 负
34020	REFP_ VELO_ SEARCH_ CAM	mm/min	检测参考点开关的速度
34040	REFP_ VELO_ SEARCH_ MARKER	mm/min	检测零脉冲的速度

（续）

参数号	参数名	单位	说明
34050	REFP_ SEARCH_ MARKER_ REVERSE	—	寻找零脉冲方向：0 正；1 负
4060	REFP_ MAX_ MARKER_ DIST	mm	检测参考点开关的最大距离
34070	REFP_ VELO_ POS	mm/min	返回参考点定位速度
34080	REFP_ MOVE_ DIST	mm	参考点移动距离（带符号）
34090	REFP_ MOVE_ DIST_ CORR	mm	参考点移动距离修正量
34092	REFP_ CAM_ SHIFT	mm	参考点撞块电子偏移
34093	REFP_ CAM_ MARKER_ DIST	mm	脱开撞块到第一个零脉冲的距离
34100	REFP_ SET_ POS	mm	参考点（相对机床坐标系）位置

小提示

参考点挡块（也称撞块、看门狗、狗）的长度要根据 MD34020 定义的速度确定，即要求在该速度下碰到挡块后减速到“0”速时，坐标轴刚好停在挡块之上（不能冲过挡块）。

发那科数控系统回参考点也同样需要对参数进行设置，见下表。

参数号	说　　明
1002、10076	所有轴返回参考点的方式
1005、10391	各轴返回参考点的方式
1821、0570～0575、7570、7571	各轴的参考计数器容量
1850、0508～0511、0640、0642、7508、7509	每轴的栅格偏移量
1815、50021、7021	是否使用绝对脉冲编码器作为位置检测器
1815、40022、7022	绝对脉冲编码器原点位置的设定
1815、10037、7037	位置检测使用类型
1620、0522	快速进给加减速时间、常数
1420、0518～0521	快速进给速度
1425、0534	F_L 速度
1424、0559～0562	手动快速进给速度
1825、0517	伺服回路增益

4. 返回参考点的方式

返回参考点采用哪种方式，与机床的测量系统配置有关系。如果机床位置检测系统使用的是增量编码器（光栅尺），则一般使用挡块式回原点方法；如果机

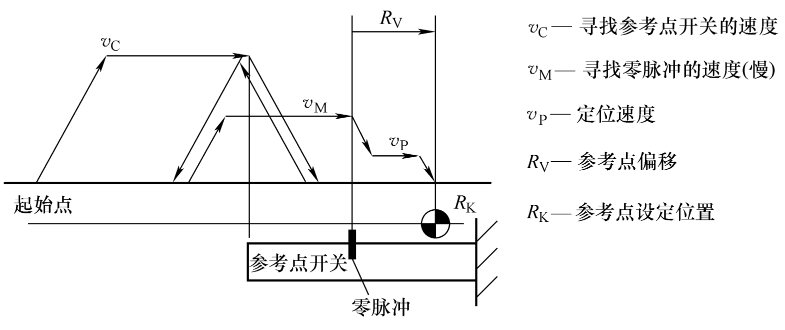
床位置检测系统使用的是绝对编码器（光栅尺），则采用直接读数法。还有一种回零方式，称为三点回原点方式。它配置的位置检测系统是距离编码器（光栅尺），因此，既不像增量式需要使用挡块，也不像绝对式那样直接读数，这种系统的回零，只需机床短距离移动 3 次，即可计算出机床的位置。

（1）增量编码器（光栅尺）+挡块　回参考点需要设定一定的参数后方可进行，需设定的参数见下表。

参数号	单位	说　明
34010	—	返回参考点方向：0 正；1 负
34020	mm/min	检测参考点开关的速度
34040	mm/min	检测零脉冲的速度
34050	—	寻找零脉冲方向：0 正；1 负

完成上述参数设置后，即可以实现回零动作。

1）当参数 34050 设定为 0 时，需回参考点的轴以参数设置的速度 v_C（就是常说的快速）向参考点方向移动，当撞上减速挡块时，伺服电动机减速至由参数 34040 设置的检测零脉冲的速度 v_M（就是常说的慢速）继续向前移动，当离开减速挡块后，数控系统检测到编码器发出第一个栅点或零标志信号时，回参考点的轴的电动机停止运行，此停止点即为该轴的机床参考点。其原理如下图所示。



回参考点原理

2）当参数 34050 设定为 1 时，需回参考点的轴以参数设置的速度 v_C（就是常说的快速）向参考点方向移动。当撞上减速挡块时，伺服电动机减速至由参数 34040 设置的检测零脉冲的速度 v_M（就是常说的慢速）向相反方向移动；当离开减速挡块后，数控系统检测到编码器发出第一个栅点或零标志信号时，回参考点的轴的电动机停止运行，此停止点即为该轴的机床参考点。

（2）绝对编码器（光栅尺）　绝对位置检测系统即使在电源切断时也能检测机械的移动量，所以，机床每次开机后不需要进行参考点回归。由于在关机后位置数据不会丢失，并且绝对位置检测功能执行各种数据的核对，如检测器的回馈量相互核对、机械固有点上的绝对位置核对，因此，具有很高的可信性。当更换绝对位置检测器或绝对位置丢失时，应设定参考点。绝对位置检测系统一般使用无挡块式零点回归，绝对位置检测系统一般不需要进行返回参考点，因此没有挡块。

（3）采用距离编码器（光栅尺）的半绝对式回原点方式　这种回原点方式介于第一种与第二种之间，之所以说是两者之间，是因为这种方式不同于第一种增量式那样需要挡块回参考点，也不像第二种那样，直接读出位置值，它不需要返回参考点，但它需通过移动一定距离，并经过系统计算出确定的位置，称为半绝对式回原点方式，这种方法回参考点，只需移动很短的距离，即可实现回零动作。

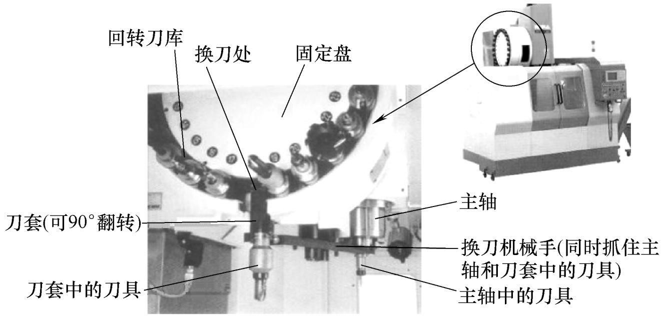
小提示

HEIDENHAIN 公司的直线光栅尺后面带“C”的都是距离编码器，如 LS6XXC、LS3XXC。

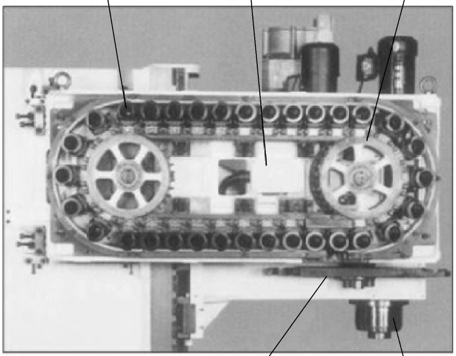
3.1.2　换刀位置的设置

840D 数控系统换刀位置的确定与其他数控系统有很大的区别。加工中心故障中，换刀故障占了大部分。

1. 刀库的类型（见下表）

	1）圆盘式刀库也叫固定地址换刀刀库，即每个刀位上都有编号，一般从 1 编到 12、18、20、24 等，即为刀号地址，最多 30 把刀，需配合自动换刀机构进行刀具交换

（续）

	2）链式刀库，可以储放较多数量的刀具，一般都在 20 把以上，有些可以储放 120 把之多，它由链条将要换的刀具传到指定的位置，再由机械手将刀具装到主轴上
	3）斗笠式刀库，一般只能储放 16 ~ 24 把刀具，在换刀时，整个刀库向主轴移动

2. 换刀位置的校验

需要对换刀位置进行校验的情况有：

1）在重新校正 X 轴和 Y 轴机床原点之后。

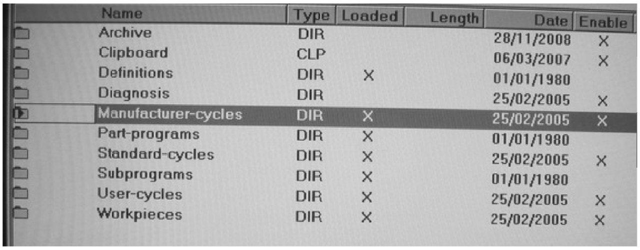
2）更换换刀机构之后。

3）换刀机构机械磨损之后。

3. 换刀程序

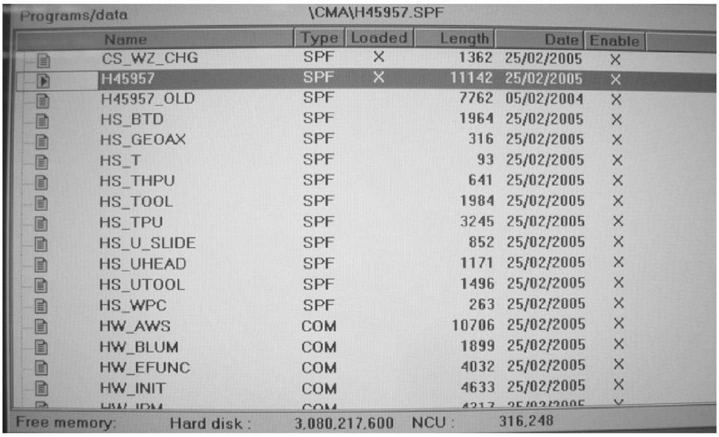
换刀位置的准确程度会直接影响到更换刀具机构的使用寿命和发生换刀卡死、掉刀的概率。在 840D 数控系统中，换刀点相当于系统启动时执行了一个宏程序文件（具有计算能力和决策能力的程序），这个文件放在“\ CMA \ ”目录下，该文件以 H 开头 + 机床编号的文件，要编辑该文件可以从 Services（服务）进入 Manufacturer-cycles. DIR（制造商目录），打开这个目录（宏程序文件所在目录，如下图所示）后找到该文件，按回车键则可以打开进行编辑，注意要编辑该文件，需要第 6 级（服务级）以上的授权（即密码）。

例如：制造厂编号为 45957 的设备，其文件则为 H45957. SPF，显示路径为：\ CMA \ H45957. SPF，如下图所示。



Name	Type	Loaded	Length	Date	Enable
Archive	DIR			28/11/2008	X
Clipboard	CLP			06/03/2007	X
Definitions	DIR	X		01/01/1980	
Diagnosis	DIR			25/02/2005	X
Manufacturer-cycles	DIR	X		25/02/2005	X
Part-programs	DIR	X		01/01/1980	
Standard-cycles	DIR	X		25/02/2005	X
Subprograms	DIR	X		01/01/1980	
User-cycles	DIR	X		25/02/2005	X
Workpieces	DIR	X		25/02/2005	X

宏程序文件所在目录



Programs/data　　\CMA\H45957.SPF

Name	Type	Loaded	Length	Date	Enable
CS_WZ_CHG	SPF	X	1362	25/02/2005	X
H45957	SPF	X	11142	25/02/2005	X
H45957_OLD	SPF		7762	05/02/2004	X
HS_BTD	SPF		1964	25/02/2005	X
HS_GEOAX	SPF		316	25/02/2005	X
HS_T	SPF		93	25/02/2005	X
HS_THPU	SPF		641	25/02/2005	X
HS_TOOL	SPF		1984	25/02/2005	X
HS_TPU	SPF		3245	25/02/2005	X
HS_U_SLIDE	SPF		852	25/02/2005	X
HS_UHEAD	SPF		1171	25/02/2005	X
HS_UTOOL	SPF		1496	25/02/2005	X
HS_WPC	SPF		263	25/02/2005	X
HW_AWS	COM		10706	25/02/2005	X
HW_BLUM	COM		1899	25/02/2005	X
HW_EFUNC	COM		4032	25/02/2005	X
HW_INIT	COM		4633	25/02/2005	X

Free memory:　Hard disk : 3,080,217,600　NCU : 316,248

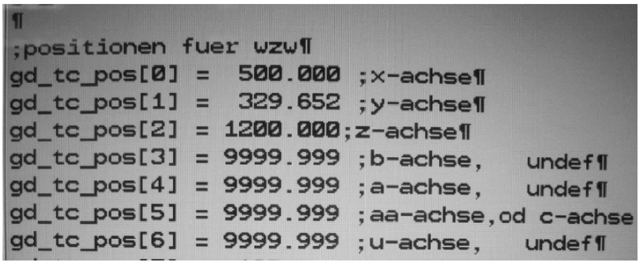
编号为 45957 的设备文件

打开 H45957. SPF 文件查找换刀点位置。如“gd_ tc_ pos”，该换刀点位置就是以机床坐标系来定义的，可根据实际测量偏差值进行修改，如下图所示。

其中 gd_ tc_ pos ［0］=500. 000　　对应 *X* 轴位置

gd_ tc_ pos ［0］=329. 652　　对应 *Y* 轴位置

gd_ tc_ pos ［0］=1200. 000　　对应 *Z* 轴位置



```
¶
;positionen fuer wzw¶
gd_tc_pos[0] =  500.000 ;x-achse¶
gd_tc_pos[1] =  329.652 ;y-achse¶
gd_tc_pos[2] = 1200.000;z-achse¶
gd_tc_pos[3] = 9999.999 ;b-achse,   undef¶
gd_tc_pos[4] = 9999.999 ;a-achse,   undef¶
gd_tc_pos[5] = 9999.999 ;aa-achse,od c-achse
gd_tc_pos[6] = 9999.999 ;u-achse,   undef¶
```

换刀点位置坐标

修改设置完成之后，该程序需要执行一次才能生效，这时，可以在 MDA 方式下调入执行一次，也可以关电重新启动一次。换刀点位置坐标显示如下图所示。

Machine	Position		Repos offset
MA_X	500.000	mm	0.000
MA_Y	329.652	mm	0.000
MA_Z	1200.530	mm	0.000
MA_B	0.025	deg	0.000
MA_MX	0.000	deg	0.000

重新启动后换刀点位置坐标

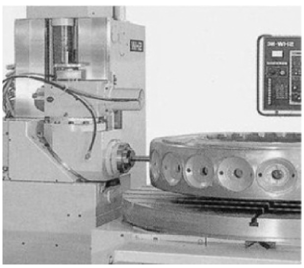
小提示

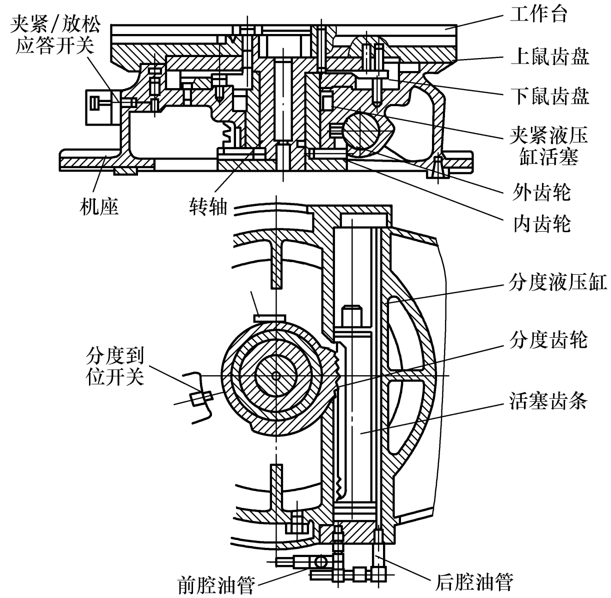
注意文件的状态，正常状态时为 Loaded（装载）和 Enable（允许）都打“×”(激活了)，可以直接进行在线修改或先进行卸载“Unload NC - > HD”后离线修改，离线修改后需重新激活“Load HD→NC”。

不同的厂家换刀方式可能有所不同，文件名也会有所不同，但是，存放文件地点或路径是不变的，它多是以 H 开头，后缀为 SPF 的文件。

3.1.3　交换工作台位置的设置

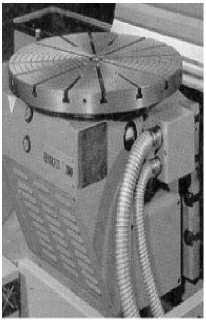
工作台位置的确定与其他数控系统的区别也很大，一般来说，交换工作台是加工中心维修人员必须掌握的基本技能，见下表。

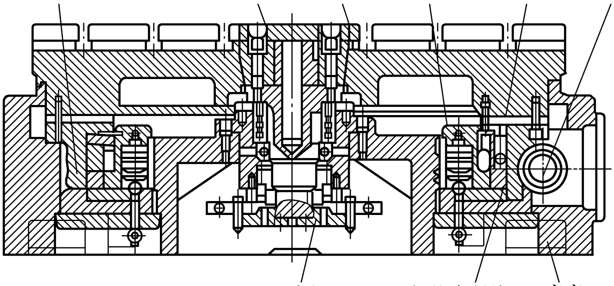




（续）

分度回转工作台是数控铣床、数控镗床、加工中心等数控机床不可缺少的重要附件。它的作用是按照控制装置的信号或指令作回转分度或连续回转进给运动，以使数控机床能完成指定的加工工序。由于结构上的原因，通常分度工作台的分度运动只限于某些规定的角度，不能实现范围内任意角度的分度。为了保证加工精度，分度工作台的定位精度（定心和分度）要求很高。实现工作台转位的机构很难达到分度精度的要求，所以，要有专门定位元件来保证，按照采用的定位元件不同，有定位销式分度工作台和鼠齿盘式分度工作台两种





数控回转工作台的外形和通用工作台几乎一样，但它的驱动是伺服系统的驱动方式。它可以与其他伺服进给轴联动。它的进给、分度转位和定位锁紧都是由给定的指令进行控制的。工作台的运动是由伺服电动机，经齿轮减速后由蜗杆传给蜗轮，再由蜗轮驱动其运动的

当工作台静止时，必须处于锁紧状态。在蜗轮底部的辐射方向装有夹紧瓦，并在底座上均布同样数量的小液压缸。当小液压缸的上腔接通液压油时，活塞便压向钢球，撑开夹紧瓦，并夹紧蜗轮。在工作台需要回转时，先使小液压缸的上腔接通回油路，在弹簧的作用下，钢球抬起，夹紧瓦将蜗轮松开

回转工作台设置有零点，由圆光栅或编码器发出零位信号，使工作台准确地停在零位。这时，数控回转工作台可以作任意角度的回转和分度，也可以作连续回转进给运动

需要对交换工作台的位置进行校验的情况有：

1）重新校正 Z 轴和 Y 轴（部分机床涉及 Y 轴）机床原点之后。

2）更换工作台机构之后。

3）工作台机构机械磨损之后。

交换工作台的位置准确程度会直接影响到更换工作台机构的使用寿命和发生换工作台故障的概率。在 840D 数控系统中，换工作台相当于系统启动时执行了一个宏程序文件，这个文件放在“\ CMA \ ”目录下，该文件以 H 开头 + 机床编号 ，与换刀点宏程序是同一文件。

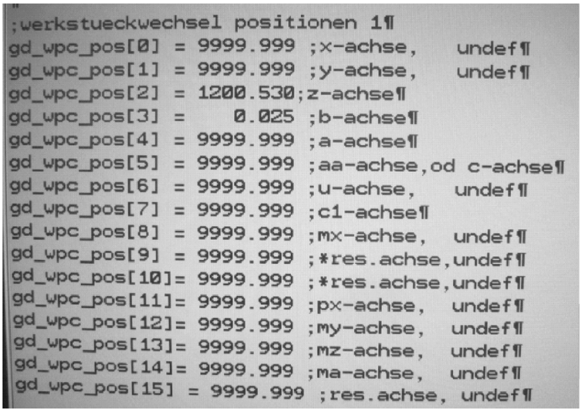
打开方法和换刀位置设置方法相同，找到该文件后，如下图所示，再查找“gd_ wpc_ pos”程序段。

其中：

gd_ wpc_ pos［0］ = 999.999　　对应 X 轴位置（本处未涉及 X 轴，未使用）

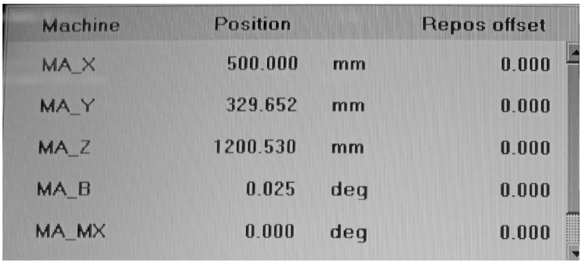
gd_ wpc_ pos［0］ = 999.999　　对应 Y 轴位置（本处未涉及 X 轴，未使用）

gd_ wpc_ pos［0］ = 1200.530　　对应 Z 轴位置



交换工作台位置坐标

同样，修改设置完成之后该程序需要执行一次才生效，可以在 MDA 方式下调入执行一次，也可以关电重新启动一次。交换工作台的位置坐标显示如下图所示。



重新启动后工作台位置坐标

此外，不同厂家的交换工作台方式可能有所不同，文件名也会有所不同，但存放文件地点或路径是不变的，它是以 H 开头，后缀为 SPF 的文件。

3.2　机床不返回参考点的故障诊断与维修

多数数控机床位置反馈装置采用增量式旋转编码器或增量式光栅尺，那么机床要确定坐标原点，就必须每次开机都要回参考点，所以，回参考点的故障也就比较常见。

3.2.1 不返回参考点故障诊断与维修实例

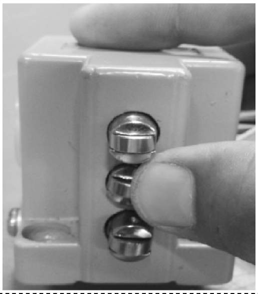
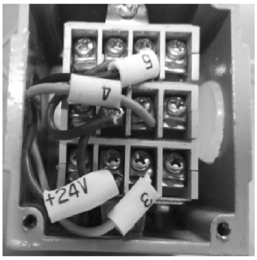
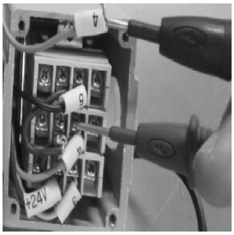
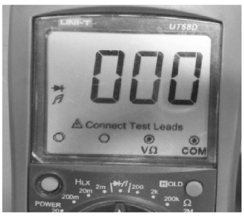
1. 不返回参考点故障报警

回参考点故障报警及解决方法见下表。

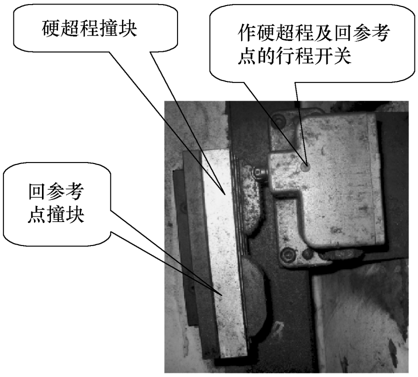
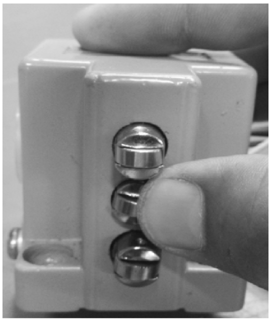
报警号	原因	诊断及维修
20000	在执行参考点功能后，没有找到减速挡块	①机床数据 MD34030（寻找减速挡块最大距离）中的值太小 ②挡块信号未输入到 PLC，检查电缆及插头 ③参考点开关未动作
20001	没有减速挡块信号	①降低寻找减速挡块速度 MD34020 ②检查接口信号 DB31. DBX12. 7 ~ DB61. DB12. 7（延迟反参考点） ③检查硬件连接是否短路或断路
20002	找不到参考点，零点脉冲信号不在规定的区间内	①检查挡块与零点脉冲信号之间的距离 ②增加机床数据 MD34060 中的设定值，但对于 HEIDENHAIN 光栅尺不要选大于两个参考标记之间的距离
20003	在带有参考标记的测量系统中，两标记之间的距离大于机床数据 MD34300 的两倍	检查距离编码的参考标记位移 MD34300 中的设定值，HEIDENHAIN 光栅尺为 20. 000mm
20004	在光栅测量系统中，在规定的检索距离内找不到两个参考标记	检查两个参考标记之间的最大位移 MD34300 中的设定值，HEIDENHAIN 光栅尺为 20. 000mm
20005	返参考点被中止	①检查挡块信号 DB31. DBX2. 1 ~ DB61. DB1. 5 ②检查测量系统转换信号 DB31. DBX1. 5 ~ DB61. DB1. 5、DB31. DBX1. 6 ~ DB61. DB1. 6 ③检查进给方向键信号 DB31. DBX8. 6 ~ DB61. DB8. 6、DB31. DBX8. 7 ~ DB61. DB8. 7 ④进给倍率修调不为零

2. 零点开关故障诊断与维修实例

实例 1（见下表）

<table>
<tr><td>故障现象</td><td colspan="2">西门子 840D 系统改造的三轴加工中心，按下 Z 轴返回参考点按键，Z 轴以回参考点速度移动，最后报警超程</td></tr>
<tr><td>分析诊断</td><td colspan="2">观察发现移动到参考点挡块位置时并不减速，而是继续移动，直到正向硬限位，根据没有速度的转换，则证明减速信号没有反馈回系统，由于这个信号的采集是由原位开关与挡块、连线及电源组成，因此可能的情况是：开关故障、电源线断、开关信号线断、挡块机械安装螺钉松造成开关位置压不到挡铁</td></tr>
<tr><td rowspan="4">检查排除步骤</td><td></td><td>1）通过人为方式压下开关检查是否有信号反馈</td></tr>
<tr><td></td><td>2）拆开开关盒检查此开关是否已经有 +24V 电源</td></tr>
<tr><td></td><td>3）用万用表检查此开关的好坏</td></tr>
<tr><td></td><td>4）无损坏情况下检查开关信号反馈线是否断路</td></tr>
</table>

实例 2（见下表）

故障现象		用西门子 840D 系统改造的三轴加工中心，按下 Z 轴返回参考点按键，Z 轴没有以回参考点速度移动，而是以慢速并远离参考点方向移动，按复位键可停止，再执行返回参考点现象不变，一直碰到负向硬超程开关。
分析诊断	在回参考点过程中没有寻找原位开关的速度，只有寻找零脉冲的速度，说明数控系统已经接收到减速信号，而减速信号就是原位开关的信号，那么引起这个故障的可能原因为： 1）原位开关卡死弹不起来 2）原位开关内部电源线与信号反馈线短路 3）输入接口接触不良	
检查排除步骤		1）人为方式检查或试压原位开关，确认开关是否能回位
		2）用万用表检查线路是否短路

小提示

回参考点开关的故障可以按以下方法进行检修：

1）在回参考点过程中，压下回参考点开关后，是否有减速过程。

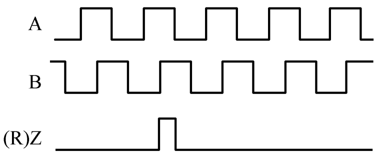
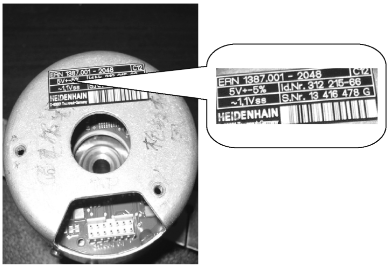
2）查看 PLC 状态，检测零点开关信号或减速信号是否正常，也可以手动按压零点开关，然后通过 PLC 状态显示功能检查零点开关接通是否正常。

3.2.2　进给电动机编码器故障诊断与维修实例

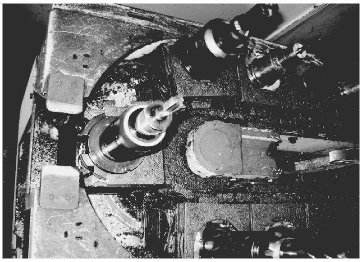
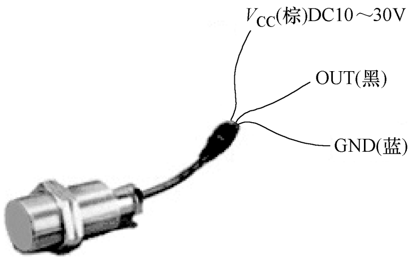
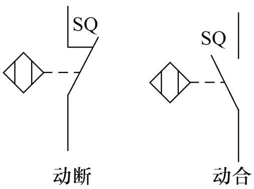
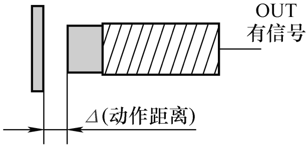
进给电动机编码器故障是引起回参考点故障的重要原因之一，主要是编码器没有发出零点脉冲，当零点开关动作之后，PLC 立即产生减速信号，数控系统接收到减速信号后，开始等待接收零点脉冲信号，系统接收到零点脉冲信号也就建立了参考点。

1. 编码器零点脉冲故障诊断与维修实例

实例 1（见下表）

故障现象	数控车床（立车）配置 840D 系统，在执行回参考点操作过程中有时找不到参考点	
分析诊断	经检查发现回参考点过程，机床有减速动作，位移方向也正确，但找不到参考点，可能编码器的零点脉冲信号存在故障，系统检查不到零点脉冲信号。也可能是电源电压过低或波动引起的脉冲信号异常，因此有时找不到参考点	
检查排除步骤		1）检查零点脉冲信号线是否断路，（R）Z 为零点脉冲信号波形
		2）检查编码器的电源（正常应为 +5V）

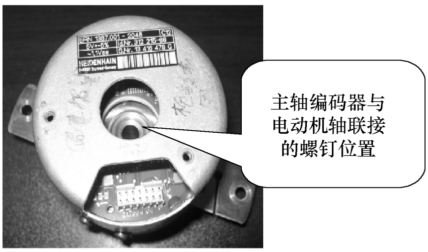
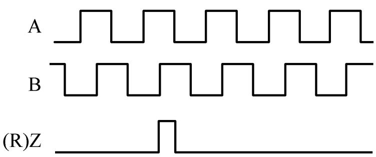
实例 2（见下表）

<table>
<tr><td>故障
现象</td><td></td><td>一台 840D 系统 HELLER 加工中心，刀库回零不稳定，偶尔出现刀库错位，造成抓刀时卡刀</td></tr>
<tr><td rowspan="4">分析
诊断</td><td></td><td>经检测，发现刀库错位位置固定，位置的数据相差电动机旋转一周的刀链位移角度。偶尔出现多转一圈或少转一圈故障，可能就是编码器零脉冲不良引起的。此机床用接近开关替代常规的机械限位开关，考虑接近开关老化产生感应距离变短，反应不灵敏的原因。也就是说安装位置调整不合理，感应开关灵敏度下降，造成了故障</td></tr>
<tr><td>
</td><td>接近开关</td></tr>
<tr><td>
</td><td>接近开关的符号及类型</td></tr>
<tr><td>
</td><td>接近开关的有效距离</td></tr>
</table>

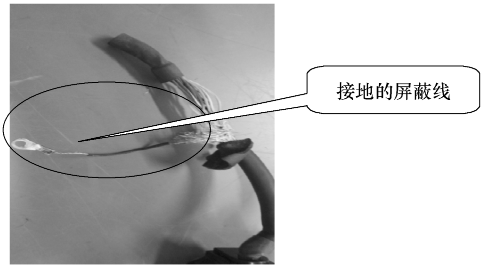
（续）

检查排除步骤	1）检查编码器零脉冲信号线是否断路 2）检查接近开关的感应距离及反应灵敏度

实例 3（见下表）

故障现象	一台 840D 数控系统 HELLER 加工中心，经常发生主轴定位故障	
分析诊断	常见的主轴定位故障现象有两种：主轴定位时出现振荡、主轴不能准确定位。产生这些故障的原因大都与主轴编码器有关，可能引起的原因： 1）编码器的高速特性不良或主轴实际速度过高，超出了主轴编码器的速度范围，使主轴不能定位 2）主轴编码器固定有松动，在转动过程中编码器与主轴的相对位置不断地变化，使主轴的定位不稳定 3）编码器本身存在故障，无“零点脉冲”信号输出，使主轴不能定位 4）编码器“零点脉冲”信号受到了外部干扰，信号不稳定导致主轴定位点不稳定	
检查排除步骤		1）用测速器检测主轴转速，是否超出了主轴编码器的速度范围，使主轴不能定位
		2）检查主轴编码器固定是否有松动
		3）检查“零点脉冲”信号是否有输出，信号线是否有断路

（续）

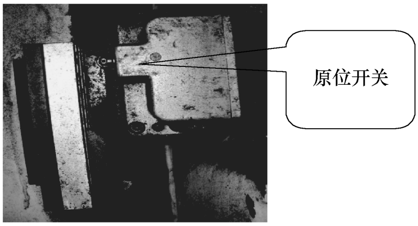
检查排除步骤		4）检查编码器线的屏蔽网线是否接地

小提示

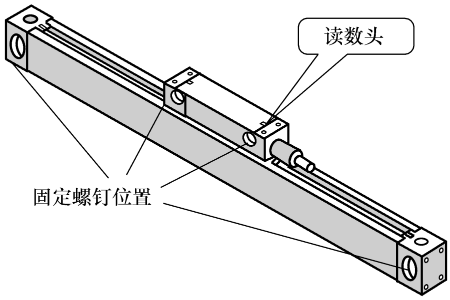
在故障维修中，若发现 PLC 已经产生减速信号，但回不了参考点，一般多是位置反馈元件有故障。

2. 编码器零脉冲距离故障诊断与维修实例

实例 1（见下表）

故障现象	一台 840D 数控系统的加工中心，Z 方向偶尔出现加工尺寸增加现象	
分析诊断	从三坐标检测结果得知，增加尺寸为 8mm，刚好等于 1 个丝杠的螺距。引发原因： 1）电子齿轮比错误引起故障 2）原位开关老化，不灵活，接触不良引起故障 3）原位信号与零脉冲信号相隔距离过近	
检查步骤		1）检查参数电子齿轮比 2）检查原位开关 3）适当调整开关位置
故障现象	一台德国 HELLER 枪铰机，控制系统为西门子 840D 系统，出现加工尺寸不稳定的故障，经跟踪测试发现机床的参考点返回位置有变化，正常时位置值不变，异常时位置值呈累加变大状态，误差最大达 1mm，并会自动复原	
分析诊断	尺寸不稳定原因很多，需要一步步排除，对于开环系统主要可能有：电动机与机械联轴节松动；原位点开关或挡块松动；位置编码器有故障。而 HELLER 加工中心使用的是光栅尺，光栅尺本身螺钉比较多，松动可能性不大。对于光栅尺而言，可能出现的情况是内部有污物，对于光栅尺读数头而言，安装螺钉仅有 2 颗，有可能松动	

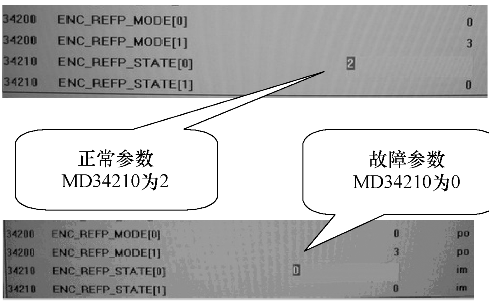
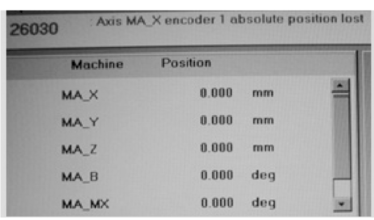
（续）

<table>
<tr><td rowspan="2">检查排除步骤</td><td rowspan="2">
</td><td>1）用手电筒检查光栅尺及光栅尺读数头是否有污物</td></tr>
<tr><td>2）检查读数头的螺钉是否牢固</td></tr>
</table>

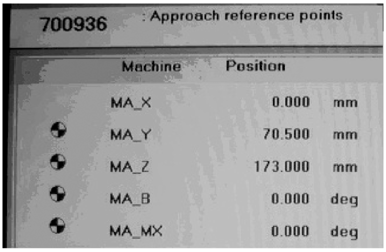
小提示

零点开关与零点脉冲之间距离没有调整好，也会出现回参考点故障，或回参考点不准。调整接近开关的感应距离，不要超出电动机旋转一圈的机械位置。

3. 受到外部信号干扰，原点参数丢失导致不能回参考点故障诊断与维修实例（见下表）

<table>
<tr><td>故障现象</td><td colspan="2">人机界面显示少了原点符号，并提示“700936 Approach reference points”（返回参考点），同时报警“26030 Axis MAX encoder 2 absolute position lost”</td></tr>
<tr><td rowspan="2">分析诊断</td><td>
</td><td>从系统提示很清楚，X 轴第二测量系统，即光栅尺丢失绝对值位置，打开检查确认参数 MD34210 设置值，发现已经由调整好的“2”变为“0”。出现丢原点可能原因是有干扰信号，光栅尺线断，电源不正常，突然停电等</td></tr>
<tr><td>
</td><td>人机界面显示少了原点符号，报警“26030”</td></tr>
</table>

（续）

分析诊断		提示“700936 Approach reference points”（返回参考点）
检查排除步骤	1）选择需要调整的轴。按菜单选择键，从功能“Start-up—Machine Data——Axis MD”进入，并按软键“axis +”、“axis-” 2）选择要求调整的 X 轴，并查找到参考点调整参数 MD 34100，输入实际值，并按黄色输入键确认 3）确认后需按一次红色的“reset”复位键，设置状态调整参数 MD34210 为“1”，输入数字 1，按黄色输入键确认 4）再按“set MD to active”软键进行激活确认	

小提示

通过机床控制面板选择操作方式也可以修复，在“返回参考点方式”下，选择所对应调整的轴（X 轴），把进给率旋钮旋到 1% 的位置，按下移动轴的方向键“+”，此时参数 MD34210 的值会由“1”变为“2”，这就表示已经成功调整了轴的数据，如果不改变则必须重做，一般作了修改就需要做一个备份。

第4章

西门子 840D 数控系统故障诊断与维修

4.1 CNC 故障诊断与维修

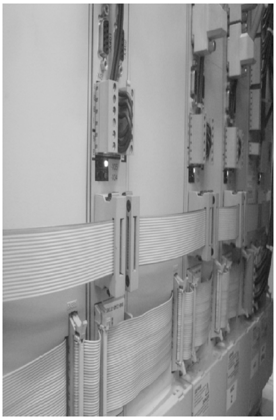
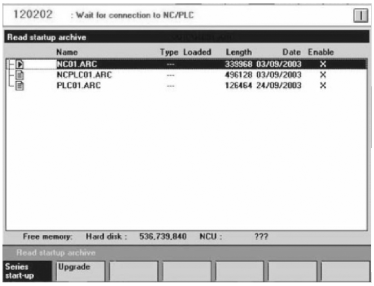
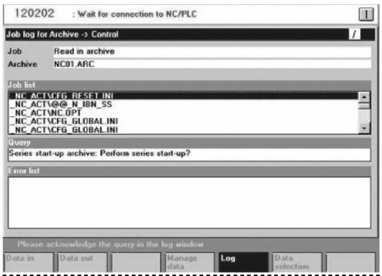
CNC 系统功能就相当于人的大脑，它是数控机床的中枢，所有收集到的信息、功能指令都由这个大脑来进行解码、运算，然后，按照先后顺序发出各种需要的运动指令和各种机床功能的控制指令。它本身具有很强的自我诊断能力，发生故障时，一般都能在系统的提示下进行处理。如果一旦发生严重的软件或硬件故障，就可能会造成系统的崩溃。因此，对于 840D 这种开放式的数控系统，做好数据备份是很关键的，如果有数据备份，无论系统是因为软件还是硬件原因而崩溃时，都可能很快速地恢复到备份时的数据，既保证修复的系统能很快恢复到备份数据时的状态，也节省很多的维修时间。

4.1.1 系统软件故障诊断与维修实例

1. 系统 NC 程序丢失故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象		NCU 板 LED 指示灯	屏幕显示： 2000 Sign of life monitoring：PLC not alive 2001 PLC has not started up 3000 Emergency stop NCU 板上的红灯亮，LED 显示如左图 所有驱动器的 LED 灯亮红灯，如左图

（续）

<table>
<tr>
<td>分析
诊断</td>
<td></td>
<td>驱动器
的 LED
灯亮
红灯</td>
<td>1）从屏幕提示可知，2000 是监控的报警，PLC 寿命监控标志，即 PLC 无效，2001 则表明 PLC 没有启动，3000 急停是由前两个报警引起的。以此判断，可能是 PLC 部分的故障：①PLC 没有启动；②PLC 没有通信
2）结合 NCU 及驱动器硬件指示灯的信息，PLC 是内镶在 NC 中的，若 NC 有故障，即 PLC 也存在故障，那么，应从 NC 数据出错入手检查</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="3">检查
排除
步骤</td>
<td>
</td>
<td>释放
过程
之一</td>
<td rowspan="3">NC 数据出错，需要重新安装 NC 程序，具体重新安装 NC 程序操作步骤如下：
1）进入到启动区域，按下设定口令，输入口令
2）在任何方式下按“MENU SELECT”键，选择软键上的“service”进入到服务区域，按下扩展键，将会出现系列启动的按键。再按“series start-up”进入保存与释放菜单
3）转到释放界面：按右上角的“Read start up archive”，即“读取档案文件”，则系统将弹出归档文件夹下所有档案文件，要恢复 NC 机床数据，选择 NC01. ARC 文件，再按下“start”，即开始软键，系统开始恢复数据，在这个过程中，系统将会自动重启。其释放过程如左边 3 张图所示</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>释放
过程
之二</td>
</tr>
<tr>
<td>Job log for Archive →Control
Job | Read in archive
Archive | 11071NC. ARC
Byfes 1522176
Job list
\wks\M1000_op20\zp1_M1000_op20_2. UFR
\wks\M1000_op20\zp2_M1000_op20. UFR
\wks\M3400_400\6M_100214C_40. MPF
\wks\M3400_400\L6079. SPF
Query</td>
<td>释放
过程
之三</td>
</tr>
</table>

小提示

一般引起 NC 数据出错原因可能为：

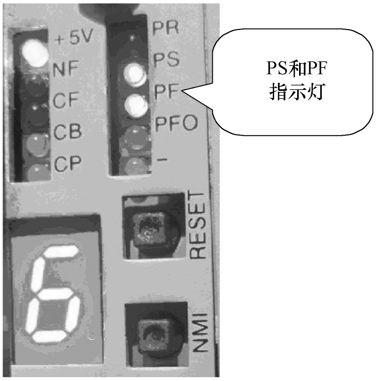
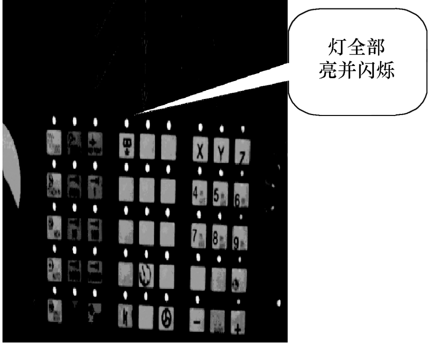
1）频繁开关机。

2）非正常关机。

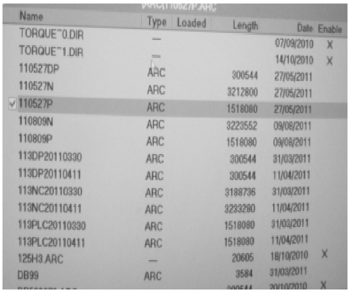
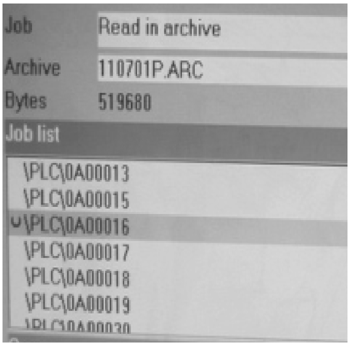
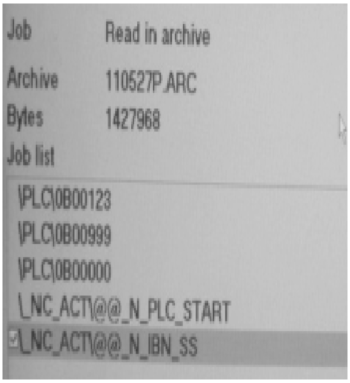
3）运行过程突然断电。

4）错误的 NC 数据备份恢复操作。

2. 系统 PLC 程序丢失故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象		NCU 板上 PS 与 PF 指示灯	屏幕显示： 2000 Sign of life monitoring：PLC not alive 2001 PLC has not started up 3000 Emergency stop NCU 板上 PS 与 PF 指示灯同时亮，并且，MCP 控制面板上按键灯一闪一闪的
分析诊断		MCP 控制面板上按键灯全亮并且闪烁	从屏幕提示可知： 1）2000 表明 PLC 无效，2001 则表明 PLC 没有启动，3000 急停是由前两个报警引起的。以此判断，可能是 PLC 部分的故障：①PLC 没有启动；②PLC 没有通信；③NCU 板上 PS 和 PF 灯都亮，从 PLC 状态指示灯含义速查表查到 PLC 有故障；④MCP 板上按键灯在闪烁，说明 PLC 没有建立 2）从以上四点就可判断是由 PLC 程序不能建立引起的，可能是 PLC 程序损坏或者丢失

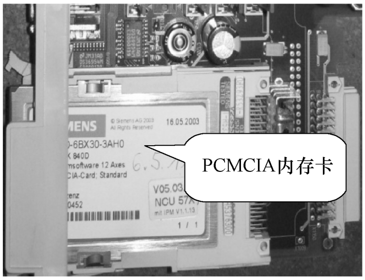
（续）

<table>
<tr>
<td rowspan="3">检查排除步骤</td>
<td>
</td>
<td rowspan="3">PLC 恢复备份过程画面</td>
<td rowspan="3">当故障确定是 PLC 程序损坏或者丢失后，唯一办法就是重新安装 PLC 程序备份。恢复步骤如下：
1）进入到启动区域，按下设定口令，输入口令
2）在任何方式下按“MENU SELECT”键，选择软键上的“service”进入到服务区域，按下扩展键，将会出现系列启动的按键。再按“series start-up”进入保存与释放菜单
3）转至释放界面。按右上角的“Read start up archive”，即“读取档案文件”，则系统将弹出归档文件夹下所有档案文件，要恢复 PLC 机床数据，选择 110527P. ARC 文件，再按下“start”，即开始软键，系统开始恢复数据，在这个过程中，系统将会自动重启。恢复过程如左图所示</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
</tr>
</table>

小提示

重新恢复 PLC 备份程序，也可以通过 STEP7 软件传送。

3. NCU 上的 PCMCIA 内存卡数据丢失故障诊断与维修实例（见下表）

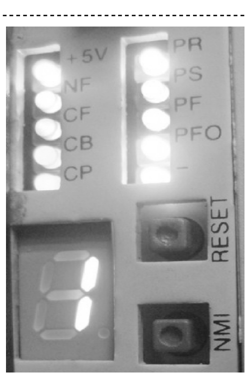
	 	PCMCIA 内存卡用于数控系统与 PC 之间进行加工程序的双向传送、数控参数的备份与恢复、进行 DNC 加工、对数控机床的 PLC 梯形图备份与恢复、对数控系统显示屏幕的复制，西门子 840 数控系统的 NC、PLC 数据都储存在 PCMCIA 内存卡内
故障现象	该故障发生时，常在屏幕上显示以下报警： 12550：Channel 1 block namecc_ipm_esc_reason no defined or option not installed（需先关断电源，再重新通电启动） 120201 ：communication failure（MMC 报警） 130011　IPM：Runtime Error：505090A；Modul；from 1. frm；sub：IPM Bitlist（）；Description：Poke_fails（需按报警应答键）	
分析诊断	据报警提示，12550 这个报警表明找不到相关的信息，需重新启动机床，130011 报警，表明机床不能完成数据初始化。此时，机床控制面板按键将不能使用，均保持在回零状态，停止键被激活。这些报警均与 IPM 设置有关，通常主要处理好 IPM 数据设置，重启即可排除故障。但是，若出现这个报警后，清零或重装 NC、PLC 数据，报警仍然不能取消，那可能此信息是从 NCK 的 PCMCIA 卡上来的。出现这个报警后，常引起初始化不能完成，导致 120201 报警	
检查步骤	1）检查是否正确清零和安装 PLC、NCK 数据 2）检查在机床周围是否有电源干扰源，如使用电焊机之类的设备 3）用代换法检查 PCMCIA 卡是否有故障	

小提示

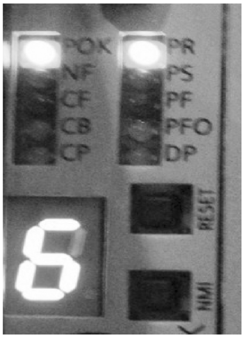
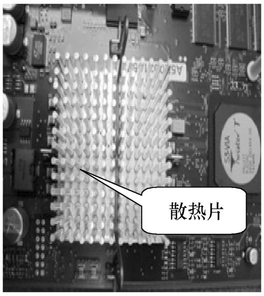
经验证明，上述情况多数是由 PCMCIA 卡上数据丢失或损坏造成的。

4.1.2　系统硬件故障诊断与维修实例

1. NCK 板硬件故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象	 	NCU 的 LED 指示灯全亮	机床运行一段时间后，在运行过程中多次出现突然自启动或系统停止运行，LED 灯全亮，LED 显示如左图，而在屏幕上却显示有： 120202 Waiting for a connection to the NC/PLC（等待连接 NC 或 PLC） 每次故障，若关闭总电源，大约 10min 再通电，又恢复正常

（续）

分析诊断		无故障的 NCU 指示灯	由于是多次出现故障，出现故障时，NCU 板显示“1”，正常应显示“6”，而且断电重启后又正常，因此，故障的原因可能是外围电源冲击引起系统重启或死机，当然，也可能是模块软故障
检查步骤		NCU 板上散热片	1）检查外围电源是否正常 2）检查模块散热片温度是否有异常

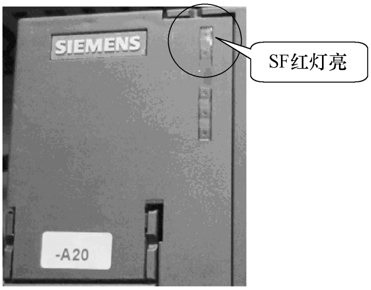
小提示

上述情况，多数是由于 NCU 模块过热造成突然自启动或系统停止运行。

2. NCK 板坏故障诊断与维修实例（见下表）

		PLC 可编程序控制器是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。通常，PLC 及其有关的外围设备都应该与工业控制系统形成一个整体，为容易扩展其功能的原则而设计

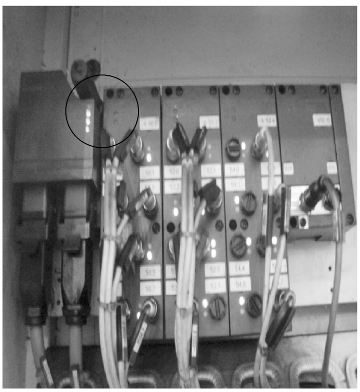
（续）

故障现象		NCK 板上的 LED 无显示。屏幕上显示报警号： 120202 Waiting for a connection to the NC/PLC 130011 IPM Runtime Error 1050419 Model Forml 1 frm Sub ipmbatis 同时,PLC 上的 SF 红灯亮
分析诊断	120202 报警以及 PLC 的 SF 红灯亮,说明 NC 和 PLC 不能通信,问题可能出现在连接上,也可能出现在 NCU 模块上。如 NCU 板无显示,可能是 NCU 板没有通电或模块有故障	
检查排除步骤	1)检查 NCU 板的供电电源是否正常 2)用换件法,更换同一型号的正常 NCU,来判断 NCU 模块是否有故障	

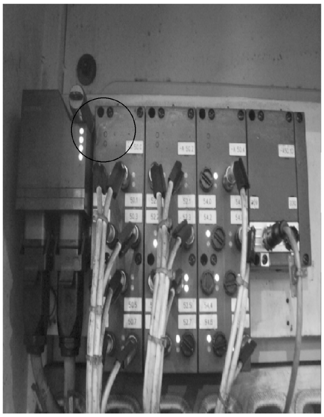
小提示

当更换同型号的 NCU 控制板时，需要重新传送 NC 备份和 PLC 备份程序，方可正常工作。

3. Profibus 总线出错故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象	找不到第 50 个站点的地址,与该站点有关的所有输入或输出点均不正常,并在屏幕上显示:700005 F-GP:Profibus user with profibus address 050 malfunctioning		
分析诊断		正常情况	系统的自诊断功能已经提示 Profibus 总线的第 050 站有错误,050 站点的所有输入或输出均不正常,说明系统找不到 050 这个站点。由于 050 站点之前、之后都还有其他站点,因此,排除了总线连线问题,那么可能原因:①站点没有供电;②地址丢失;③050 站点本身故障

（续）

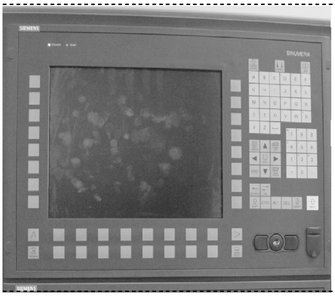
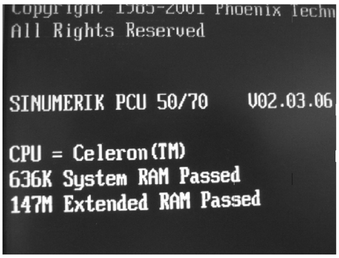
检查步骤		不正常情况	1）检查第 050 站点的指示灯 SF，亮红灯（如左图所示），经查 PLC 指示灯状态速查表可知，运行指示灯不正常 2）检查地址是否丢失，拆下站点的地址棒，进行检查 3）通过模块 IO 的实际状态与在诊断中显示的状态是否一致来判断模块是否正常，或者同类型模块直接交换判断

小提示

出现上述情况，多数是由于地址棒异常引起的。

4.1.3　OP 故障诊断与维修实例

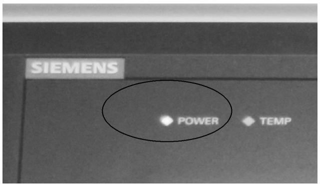
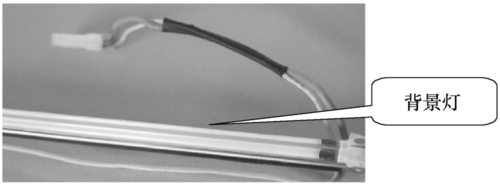
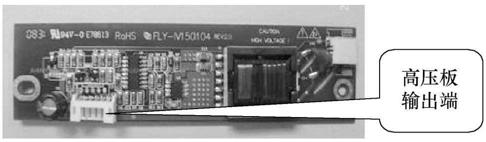
1. OP（包括显示器和按键）故障诊断与维修实例 1（见下表）

			OP 包括显示器和按键 OP 单元建立起 SINUMERIK 840D 数控系统与操作者之间的交互界面。可以在 OP 上编程、调试、监控、查看报警信息、备份与恢复数据、设置机床参数等
故障现象	操作时，发现 OP 按键不起作用、死机及无法启动		
分析诊断		死机截图	系统软件启动前，通常 PCU 先启动自检功能，若硬件有故障，则系统会发生无法启动、死机等。但从 OP 上显示来看，表示自检不能通过
检查排除步骤	1）检查与 PCU 有关联的硬件、设备。如 OP 上的键盘 2）检查 PCU 主板上硬件的连接是否牢固		

小提示

OP 按键不起作用（死机）、无法启动这类故障，应多注意检查 OP 上的键粘连，即某个按键不能回位。

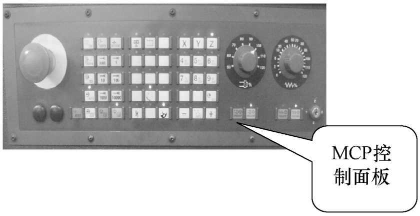
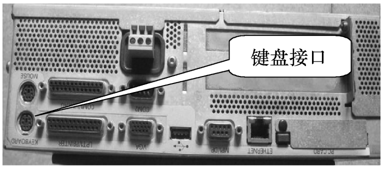
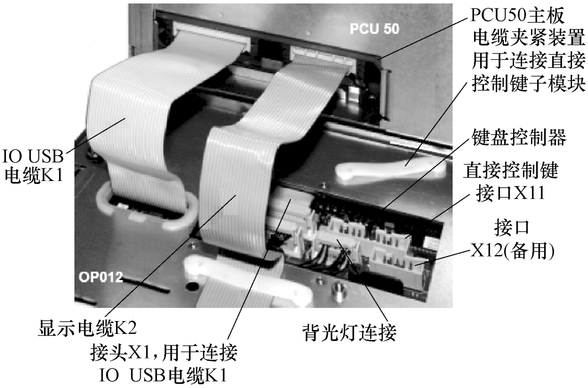
2. OP（包括显示器和按键）**故障诊断与维修实例 2**（见下表）

故障现象		启动系统时,OP 无显示,但 OP 面板上的电源指示灯亮
分析诊断	OP 面板上的 POWER 灯亮,说明 OP 电源是好的。无显示,可能原因: 1)PCU50 无输出显示信号引起 2)背景灯管损坏 3)背景灯高压板损坏	
检查排除步骤	 	1)用手电筒照射,能看到字符,说明是显示屏的背景灯管或背景灯高压板损坏 2)检查背景灯高压板的 12V 输出端是否有输出,否则更换高压板 3)用代换法更换背景灯管

小提示

OP 面板上的 POWER 灯亮，无显示，用电筒照射又看不到字符，可能是 PCU50 无输出显示信号引起的。PCU50 好坏的判断：PCU50 侧面还有一个输出的 VGA 接口，可以再外接一个 VGA 显示器进行诊断是否有信号输出，如果外接的显示器有显示，则说明问题出在 OP 上，如果外接的显示器也没有显示，则故障出在 PCU50 上。

3. OP 按键不起作用故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象		系统像死机一样，按 OP 上任何按键都无反应，但按 MCP 上的按键都正常，切换操作方式也正常，可以开动设备
分析诊断	MCP 上的按键都正常，切换操作方式正常，可以开动设备，说明 PCU 是无故障的，这时，可初步判定，故障出在 OP 板上	
检查排除步骤	 	1）在 PCU50 上，外接键盘进行测试，判断是否 OP 板损坏或 OP 板无信号 2）打开检查 OP 板排线 3）检查 OP 板排线接口处是否接触不良

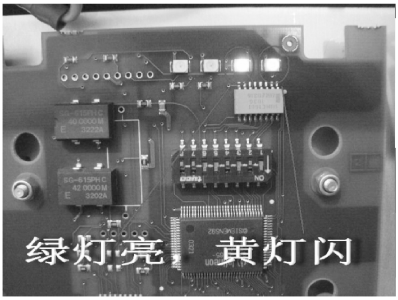
小提示

此类故障，也可能是因为内部电线断裂，导致部分按键或者是某一区域按键失灵。

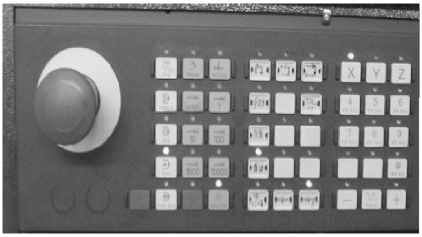
4.1.4 MCP 故障诊断与维修实例

MCP（Machine Control Panel）是专门为数控机床而配置的，它也是 OPI 上的一个节点。根据应用场合不同，其布局也不同。目前，有车床版 MCP 和铣床版 MCP 两种，MCP 的 MPI 地址由 MCP 后面的 S3 开关设定。

1. MCP 板坏，无法与 PLC 进行通信连接，从而引起硬件报警故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象		MPC 上所有指示灯不停地闪烁，MPC 机床控制面板不能使用
分析诊断		经检查发现 MCP 板背面的 LED 灯无闪烁，正常通信时，绿灯亮，黄灯闪烁。从故障现象看，应该是 MPC 无法与 PLC 进行通信或丢失 PLC 程序，MCP 无法被 PLC 建立组态和定义
检查步骤	1）检查 MCP 数据线是否完好，有无接触不良现象 2）用代换法更换 MCP 板	

2. 按键损坏无法输入故障诊断与维修实例（见下表）



故障现象	在编辑时，按键无法输入
分析诊断	由于 MCP 采用的是软键，并且整块按键均为贴膜式，按键使用较为频繁，弹簧疲软粘死，难以修复，只能更换
检查排除步骤	用换件法，更换整块按键膜

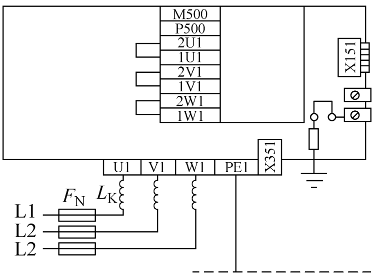
4.2　电源故障诊断与维修

电源模块主要为 NC 和驱动装置提供电源，其产生的直流电压称为直流母线

电压。电源模块分为两种类型：U/E 电源模块和 I/RF 电源模块。U/E 电源模块不带馈入装置，I/RF 电源模块需带馈入装置。电源模块的主要端子由 PLC 的输出来控制，电源启动过程中，除了电源模块引起故障外，大部分原因都是外围电路引起的。本节介绍电源模块的各种状态显示与故障的关系，电源模块正常工作一般是黄色灯亮，其余颜色灯亮，均为不正常。

4.2.1 电源不能接通故障诊断与维修实例

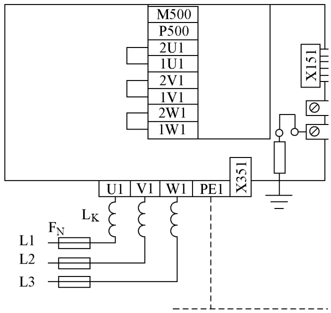
1. 电源不能接通故障诊断与维修实例 1（见下表）

<table>
<tr><td>故障现象</td><td>
</td><td>打开总电源开关,所有指示灯无任何反应</td></tr>
<tr><td>分析诊断</td><td colspan="2">正常状态下,通电后,各种准备好信号未准备好之前,电源进行自检,一般是绿灯亮一下,然后熄灭。所有指示灯无任何反应,这种情况一般只有两种可能:一是控制电源三相电压不正常,二是电源模块故障</td></tr>
<tr><td>检查排除步骤</td><td>
</td><td>1)检查控制电源三相电压 1U1(2U1)、1V1(2V1)、1W1(2W1)电压是否正常。正常一般为 400V 左右
2)用代换法检查电源模块是否已经损坏</td></tr>
</table>

2. 电源不能接通故障诊断与维修实例 2（见下表）

故障现象	打开总电源开关,绿色指示灯先亮一下然后熄灭,按下启动按钮,也无法启动
分析诊断	一般正常情况下,黄灯亮表示模块准备好信号,600V 直流母线电压充电已达到系统正常工作的允许值,电源模块正常工作的使能条件是:端子 48、112、63、64 接 +24V 直流电压,NS1 与 NS2 短接,黄灯亮,其他灯不亮 通电后,绿色指示灯先亮后灭,表示自检正常,无外部报警,但按下启动按钮后无反应,可能是三相电压 U1、V1、W1 没有加载,或缺相。通常,三相电加载后,正常应该为黄灯亮

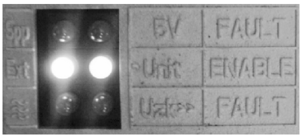
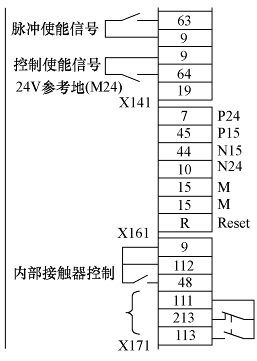
（续）

检查排除步骤		1）检查三相电源电压是否正常（三相 380V，与外部电压有关，部分电网不稳定可达 400V 左右） 2）检查紧固线头螺钉接触是否良好

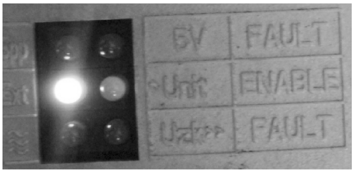
小提示

自检正常，但无法启动，大多数原因为接触不良引起的故障。

3. 电源不能接通故障诊断与维修实例 3（见下表）

故障现象		打开总开关，电源通电，绿色指示灯先亮一下然后熄灭，按下启动按钮后，黄灯与绿灯同时亮，但机器无任何反应
分析诊断	该状态说明电源模块正常，自检正常，但驱动器内部接触器未能加载三相电源 U1、V1、W1，此时，说明设备没有准备好，有急停故障，无外部使能信号	
检查步骤		1）检查三相电源输入情况 2）检查端子 63、64、48 是否有 24V 直流电压 3）检查端子 63、64、48 外部输入允许部分 4）检查端子 9 是否有 24V 直流电压

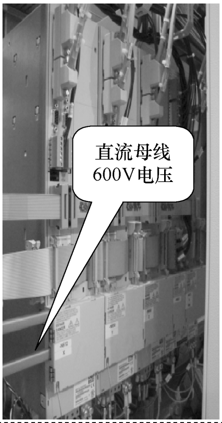
4. 电源不能接通故障诊断与维修实例 4（见下表）

故障现象		电源模块上有六个指示灯，分别指示模块的故障和工作状态 打开总开关电源通电，绿色指示灯先亮一下后熄灭，按下启动按钮，加载三相电源 U1、V1、W1 后绿灯又常亮，但机器无任何反应
分析诊断	该状态表示，电源模块正常，自检正常，三相电源 U1、V1、W1 已经加载，但检查时发现：驱动器内部接触器未能加载三相电源 U1、V1、W1，设备没有准备好，无外部使能信号，所以被制动	
检查排除步骤	1）检查端子 63、64、48、9 外部输入允许部分 2）检查端子 63、64、48、9 连接线是否接触不良，造成无直流电压 24V	

小提示

一般正常情况下绿灯不亮，绿灯亮表示使能信号丢失，端子 64 和端子 9 接通为驱动使能，端子 64 在端子 63 被使能的情况下，端子 9（+24V）与端子 64 接通，则进给模块被使能。

4.2.2 电源模块故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象	机床启动后，电源指示灯显示正常，即黄灯亮，但机床无法运行	
分析诊断		电源模块主要为 NC 和驱动装置提供电源，产生母线电压，同时，监测电源和模块状态。U/E 电源模块不带馈入装置。I/RF 电源模块带馈入装置。提供 NCU 的 5V、24V，功率模块 600V 的直流母线等电压 机床无法运行，说明电源无法提供，检查直流母线电压，无 600V 直流母线电压输出，原因可能为： 1）三相电源输入不正常 2）内部接触器没有吸合 3）外围条件没有满足 4）模块故障
检查步骤	1）检查三相电源电压输入是否正常 2）检查电源内部接触器是否吸合 3）检查电源控制模块管脚是否有烧黑痕迹	

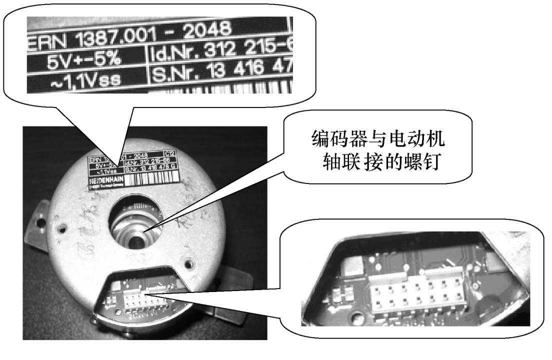
4.3 主轴驱动系统故障诊断与维修

主轴驱动系统与进给驱动系统都是由伺服电动机及伺服驱动器组成的，通常

主轴伺服电动机与进给伺服电动机出现的故障点主要集中在位置反馈与速度反馈方面。而主轴驱动器与进给轴驱动器的主要区别在于控制模块的不同，输出功率模块的区别也只在于功率的不同，在使用过程中，通常损坏的是输出功率模块，因为控制模块有自诊断功能，所以，损坏概率很小。

4.3.1　主轴伺服电动机（1PH7/1PH8 系列）故障诊断与维修实例

1. 主轴伺服电动机（1PH7/1PH8 系列）故障诊断与维修实例 1（见下表）

<table>
<tr><td>故障现象</td><td colspan="2">主轴电动机低速运行正常，但高速运行时，编码器反馈报警</td></tr>
<tr><td>分析诊断</td><td colspan="2">主轴编码器是一种将旋转位移转换成一串数字脉冲信号的旋转式传感器，主要用于测量主轴的旋转速度，它常安装在主轴电动机上，与主轴电动机同步运行
电动机低转速正常，高速反馈编码器报警，该故障主要表现为转速信号反馈出错，其原因有：
1）编码器与主轴电动机联轴器松动或振动
2）编码器故障</td></tr>
<tr><td rowspan="2">检查排除步骤</td><td rowspan="2">
</td><td>1）检查编码器电源是否正常</td></tr>
<tr><td>2）编码器与电动机轴联接是否松动
3）用代换法，更换编码器</td></tr>
</table>

2. 主轴伺服电动机（1PH7/1PH8 系列）故障诊断与维修实例 2（见下表）

故障现象	主轴电动机运行过程中报警，在显示屏幕上，可以看到下述情况： 300508 Axis %MA_C1 drive %8 zero mark monitoring of motor measuring system（轴 MA_C1 驱动器 8 电动机测量系统零脉冲监控报警，在本设备中主轴名称为 MA_C1，驱动器分配号为 8）
分析诊断	磁感应编码器是用磁感应式非接触检测头来感应齿轮上的齿数，并修正或分割处理成 1Vpp 或 TTL 信号 显示屏幕上报警为主轴电动机零脉冲丢失，这与电动机的反馈检测系统有关系，主轴电动机检测系统即电动机后面的编码器，该主轴电动机检测系统采用磁感应编码器，检测头不工作或检测头检测的信号过小会造成信号丢失

（续）

检查排除步骤		1）用万用表检查检测系统接头是否通电
		2）松开检测头的调节螺钉，调整检测头与齿轮间的距离，左图为感应齿轮 3）用代换法更换检测头

小提示

拆下主轴电动机上的齿轮盘并清理干净，齿与齿之间不允许有异物。正常安装时注意检测头与齿轮之间的距离为 0.1 ~0.15mm，超出这个范围必须重新调整。

4.3.2 主轴驱动器故障诊断与维修实例

主轴驱动器故障维修实例见下表。

故障现象	主轴不能运行，总电源断路器跳闸
分析诊断	总电源断路器跳闸，应该是发生较为严重的短路故障。其原因可能是主轴驱动器后级或电源输入端短路
检查步骤	1）用万用表的欧姆挡检查输入是否短路 2）检查主轴驱动器输出端 ① 用数字式万用表二极管挡位，红表笔接直流母线正端，黑表笔接直流母线负端，测量呈电容充电状态，显示电压由 0 上升到 3V，最后显示“OL”。然后，反过来，用黑表笔接直流母线正端，红表笔接直流母线负端，测量呈二极管串联特性，显示为 0.63V。如果正常，则进行下一步，不正常，就需要把电源与驱动器的所有直流母线分离，再逐段检查 ② 用黑表笔接直流母线正端，红表笔分别接输出电动机端（U2、V2、W3），进行测量，正常状态为呈现二极管特性，显示 0.35V。反过来用红表笔接直流母线正端，黑表笔分别接输出电动机端（U2、V2、W3），进行测量，正常状态为呈电容充电状态，显示电压由 0 上升到 3V，最后显示“OL” ③ 反向验证，用红表笔接直流母线负端，黑表笔分别对输出电动机端（U2、V2、W3）进行测量，显示电压由 0 上升到 3V，最后显示“OL”

小提示

发生此类故障时，一定要仔细检查，不要急于供电，需对电动机及驱动器进行检测判断，否则，容易引起二次故障，造成恶性事故。

4.4　伺服进给系统故障诊断与维修

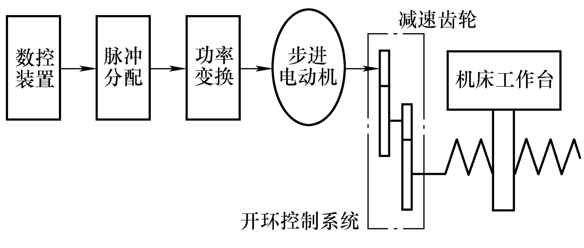
数控机床的伺服系统包括从位置指令脉冲给定到实际位置输出的全部环节，即包括位置控制、速度控制、驱动电动机、检测元件、机械传动部件等部分。但为了制造方便，通常将伺服系统的位置控制部分与 CNC 装置制成一体，所以，人们习惯上所说的机床伺服进给系统，一般是指伺服进给系统的速度控制单元、伺服电动机、检测元器件部分。

4.4.1　伺服进给系统简介

数控机床所采用伺服进给系统按控制系统的结构不同可以分为开环控制系统、半闭环控制系统、全闭环控制系统。按伺服进给系统使用的伺服电动机的类型不同，可以分为直流伺服驱动和交流伺服驱动两大类。目前多采用交流伺服驱动。

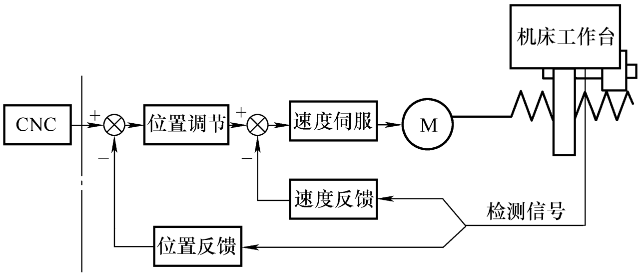
1. 开环控制系统

开环控制（如下图）的位置控制精度完全依赖于步进电动机的步距角精度和齿轮、丝杠等传动部件的精度。若传动链存在误差，系统是无法随时进行修正的。受步进电动机力矩频率特性的制约，系统的进给移动速度不高，所以开环控制仅适用于那些对位置控制精度要求不高、位移速度较低的简易型数控系统。它的位置控制精度一般在 0.01mm 左右。它结构简单、造价低、调试容易，所以仍被广泛用于各种低档的位置控制系统。



2. 半闭环控制系统

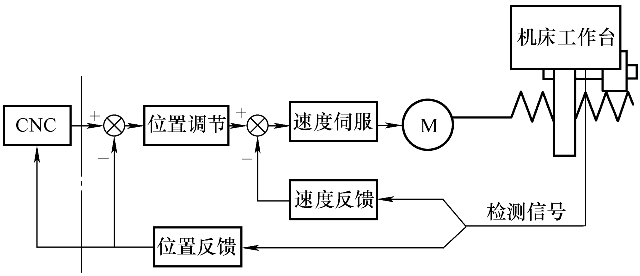
半闭环位置伺服系统（如下图）是具有位置检测和反馈的闭环控制系统。它的位置检测装置与伺服电动机同轴相连，可通过它直接测出电动机轴旋转的角位移，进而推知当前执行机械（如机床工作台）的实际位置。由于位置检测装置不是直接装在执行机械上，位置闭环只能控制到电动机轴为止，所以被称之为半闭环，它只能间接地检测当前的位置信息，且难以随时修正、消除因电动机轴后传动链误差引起的位置误差。



半闭环位置伺服系统

3. 全闭环控制系统

全闭环控制系统（如下图所示）将位置检测器件直接安装在机床工作台上，从而可以获取工作台实际位置的精确信息，通过反馈闭环实现高精度的位置控制。



全闭环控制系统

4.4.2 伺服进给系统维修实例

进给驱动系统由伺服电动机及伺服驱动器组成，其中，进给轴驱动器由控制板和功率模块组成，故障点也集中在输出功率模块以及检测系统中的位置反馈与速度反馈部件，功率模块的检测方法与主轴输出功率模块的检测方法相同，在这里不再详细介绍。而位置反馈与速度反馈则直接反馈到进给轴的控制板内，由控

制板内的检测系统电路处理。

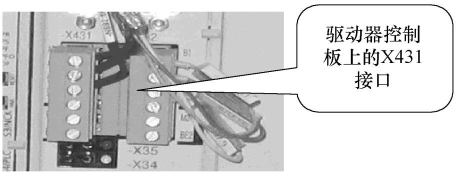
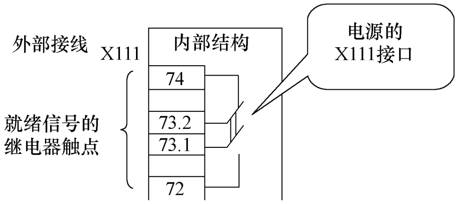
1. 伺服进给系统故障诊断与维修实例 1（见下表）

故障现象	进给轴报警检测系统校验错误
分析诊断	产生报警检测系统校验错误,通常由以下原因造成: 1)位置检测系统错误 2)光栅尺损坏 3)控制板接口损坏
检查步骤	1)检查数据线是否有断线 2)用代换法逐个更换器件

小提示

这种情况，用代换法比较容易判断，即用同样的器件代换。

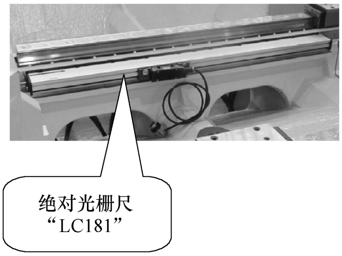
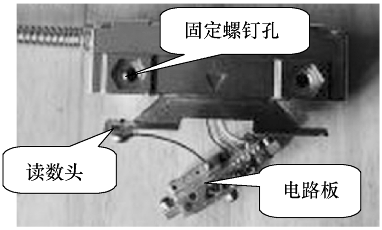
2. 伺服进给系统故障诊断与维修实例 2（见下表）

故障现象	报警 E29.1 未准备好	
分析诊断	报警 E29.1 未准备好,即实际是驱动器没有准备好,各轴驱动器内部继电器准备好信号和电源模块准备好信号是串联的,那么,故障在各轴都有可能发生,因此,要对各轴的驱动器进行检查	
检查步骤	 	1)检查各个驱动器控制板上的 X431 接口输出的内部准备好信号 2)检查电源 X111 接口输出的内部准备好信号

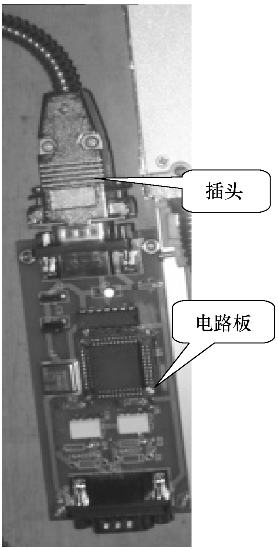
小提示

要特别注意，此类故障为西门子常见故障，主要是由控制板内的继电器触头氧化引起的，因此，可以通过更换内部继电器来修复控制板，以降低维修成本。

3. 进给检测系统故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象	德国 HELLER 枪铰机无任何报警，运行一段时间后 *X* 轴尺寸会慢慢减少，进行工艺加工补偿后正常，使用一段时间后，又会减小，误差可达 1mm，呈积累状态	
分析诊断		该设备检测系统采用绝对光栅尺“LC181”，产生此种情况原因在于检测反馈系统，可能原因有： 1）检测头脏，反馈信号无法反馈 2）检测头松动，反馈信号错误
检查排除步骤		1）检查检测头是否有异物 2）检查固定检测头螺钉是否松动

4. 检测信号线引起坐标轴故障的故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象	SIEMENS 840D 数控系统的卧式加工中心，在工作过程中机床突然停止运行，屏幕显示 NC 报警 104；关断总电源，重新启动机床，故障排除，恢复正常，但工作不久，故障重新出现	
分析诊断	根据 NC 自诊断故障码查询 NC 104 报警，为“X 轴测量系统电缆故障”。因为该加工中心使用光栅尺作为反馈，根据故障现象和报警，可以判断为反馈信号不稳定，偏离其实际值	
检查排除步骤		这类故障通常应该检查： 1）读数头和光栅尺，是否受到污染 2）用万用表检查电路板接头是否接触不良 3）用万用表检查反馈电缆线。此类故障应重点检查反馈电缆线

5. 西门子 840D 数控系统跟随误差过大的故障诊断与维修实例（见下表）

故障现象	采用 SIEMENS 840D 数控系统的数控铣床，回参考点时，*Z* 轴出现 ALM1121（Z CLAMPING MONITORING）和 ALM1681（SERVO ENABLEN TRAV. AXIS）报警
分析诊断	 ALM1121 报警的含义是“Z 轴的跟随误差过大”；ALM1681 报警的含义是“伺服使能信号撤销”。根据故障现象分析，故障应该是由于运动部件阻力过大引起的：①机械卡死；②制动器没有打开
检查排除步骤	为了确定故障部位，维修时要将伺服电动机与机械部件脱开检查，因为机床 *Z* 轴使用的是带有制动器的伺服电动机。为了确认伺服电动机制动器的工作情况，通常从外部接入电源，以确认制动器工作是否正常

小提示

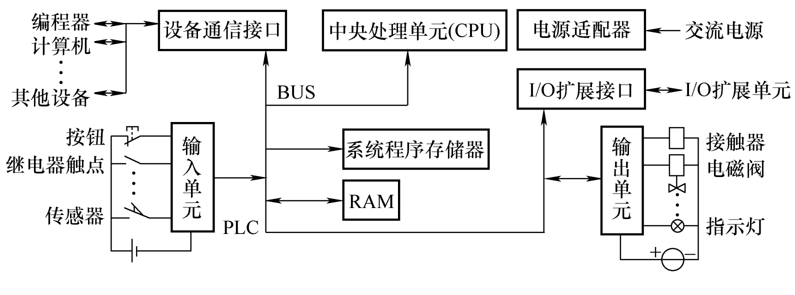
1）出现故障时，其相应伺服驱动器上的 H1/A 警告灯亮，表示伺服电动机过载。

2）此类故障通常是制动器的线路连接不良，造成制动器未能够完全松开。

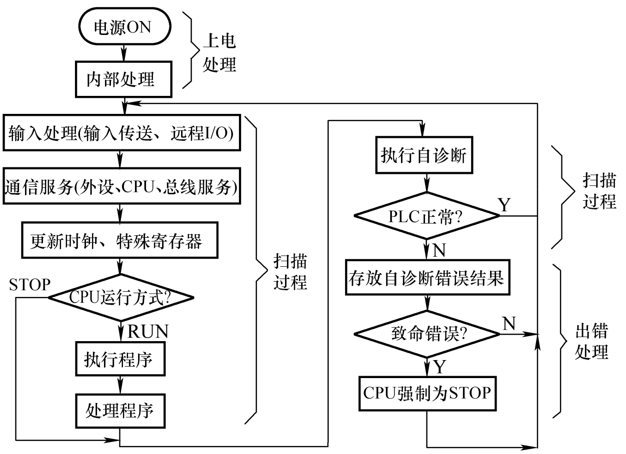
第5章

PLC 机床控制及报警

PLC 也称为可编程序控制器（Programmable Controller，PC），是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它采用可编程的存储器，用于其内部存储程序，执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令，并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程，它具有丰富的输入/输出接口和较强的驱动能力。PLC 的基本结构、工作过程及扫描过程见下表。

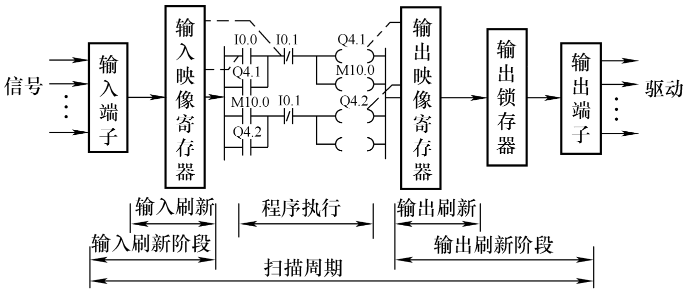


PLC的基本结构



PLC的工作过程

（续）

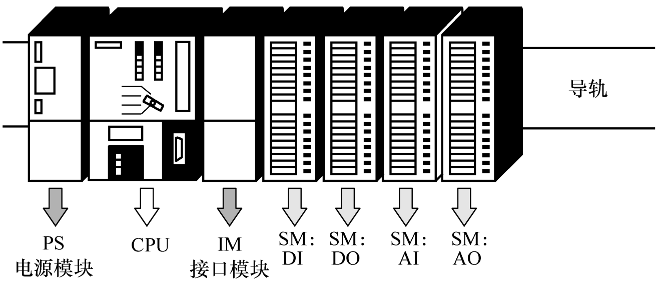


PLC的扫描过程

数控机床除了对各轴进行伺服控制外，还要对各机械动作进行逻辑轴的控制和状态检测，例如，操作面板控制、轴使能控制、与换刀动作相关的液压或气压控制、冷却控制、报警及状态信息等。这些任务就由可编程序控制器 PLC 来完成。840D 数控系统多数集成了 315-2DP CPU，因此，外部输入/输出开关信号必须通过外挂的 I/O 模块与系统 NCU（CCU）连接，这些模块，多数都采用 S7-300 系列模块。

5.1　S7-300 系列模块

标准模块式结构化的 PLC 各个模块相互独立，并安装在固定的机架（导轨）上，构成一个完整的 PLC 应用系统。下图所示为西门子 S7-300 应用系统。



西门子 S7-300 应用系统

5.1.1　S7-300 系列模块硬件安装与维护

S7-300 是模块化的 PLC，由多个部件组成，用导轨把电源、CPU、接口模块

和信号模块固定在一起。

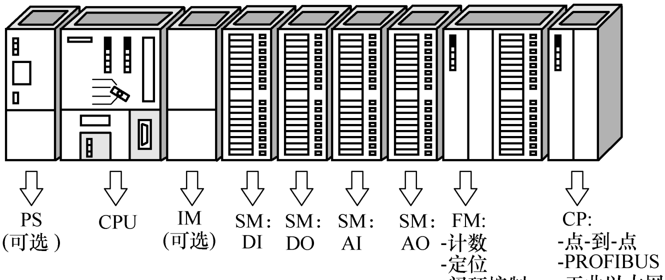
1. S7-300 的组件

S7-300 的组件及功能见下表。

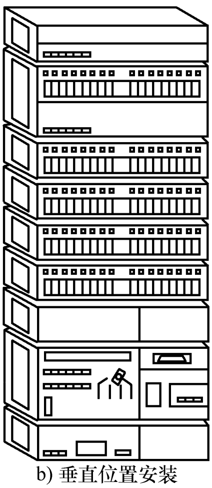
组　　件	功　　能
导轨	S7-300 的机架,导轨上可以安装电源、中央处理器单元、接口模块和最多八个信号模板
电源(PS)	把电网电压变换为 S7-300 所需的 24V DC 工作电压,输出电压是隔离的,并具有短路保护,当输出电压过载时,LED 故障指示灯闪烁
中央处理单元(CPU)	执行用户程序
接口模块(IM)	连接两个机架的总线
信号模块(SM)	把不同的过程信号与 S7-300 相匹配
功能模块(FM)	完成定位、闭环控制等功能
通信处理器(CP)	连接可编程序控制器

2. S7-300 模块的安装标准

1）S7-300 模块的安装标准如下图所示，对于水平安装，CPU 和电源必须安装在左面。而对于垂直安装，CPU 和电源必须安装在底部。



a) 水平位置安装



b) 垂直位置安装

S7-300 模块的安装标准

2）必须保证下面的最小间距。机架左右为 20mm，单层组态安装时，上下为 40mm，两层组态安装时，上下至少为 80mm。

3）接口模块安装在 CPU 的右面。

4）一个机架上最多插八个 I/O 模块（信号模块、功能模块、通信处理器），多层组态只适用于 CPU 314/315/316。

5）保证机架与安装部分的连接电阻很小。

3. 电源和 CPU 的接线

1）打开电源模块和 CPU 模块面板上的前盖。

2）松开电源模块上接线端子的夹紧螺钉。

3）将进线电缆连接到端子上，并注意绝缘，进线电缆应选用截面积在 0.25 ~2.5mm^2 的柔性电缆。

4）拧紧接线端子的夹紧螺钉。

5）用连接器将电源模块与 CPU 模块联接起来并上紧螺钉，关上前盖，检查进线电压的选择开关，把槽号插入前盖。

4. 前连接器的接线

1）打开信号模块的前盖。

2）将前连接器放在接线位置。

3）将夹紧装置插入前连接器中。

4）剥去电缆的绝缘层（6mm 长度）。

5）将电缆连接到端子上。

6）用夹紧装置将电缆夹紧。

7）将前连接器放在运行位置，关上前盖。

8）填写端子标签并将其压入前盖中，在前连接器盖上粘贴槽口号码。

5. 可编程序控制器的维护

（1）更换 S7-300 的后备电池（如下图所示）

1）打开 CPU 前盖。

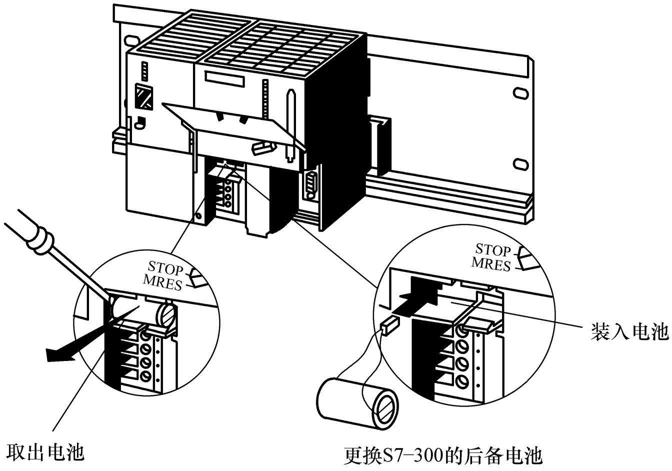
2）用螺钉旋具把旧的后备电池拉出电池盒。

3）凹槽向左把新电池的连接器插入电池盒，并把电池推入电池盒。

4）盖上 CPU 前盖。

小提示

更换周期为一年，更换电池时系统必须通电更换，否则，用户存储器区的数据就会丢失。



更换 S7-300 的后备电池

（2）更换 S7-300 的信号模板

1）把 CPU 切换到 Stop 状态。

2）切断负载供电电源。

3）打开前盖，松开前连接器并取下，松开模板上的紧固螺钉，摘下模块。

4）在新模块上，取下编码器的上半部分。

5）把新模板插入，并固定在导轨上。

6）将接好线的前连接器插入模板并把它放到正常工作位置，关上前盖，重新接通负载电源，执行一次 CPU 的完全再启动。

小提示

当正在通过 MPI 交换数据时，不能更换任何模板。如果不能确定，请拔下 CPU 的 MPI 口上的连接器。

（3）更换 S7-300 数字量输出模板的保险管

1）把 CPU 切换到 Stop 状态。

2）切断负载电源。

3）取下前连接器，松开模板上的紧固螺钉，把模板取下。

4）拧下模板的保险管座，更换保险管，重新拧紧保险管座。

5）安装模板，插入前连接器。

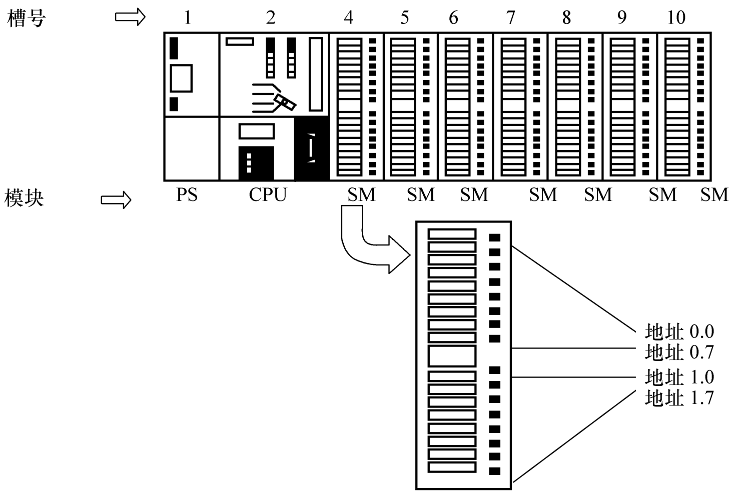
6）重新接上负载电源。

5.1.2　S7-300 模块的编址

S7-300 中的插槽号、部件及功能见下表。

插槽号	部件及功能
槽 1	电源,这是默认的第一个外槽位。电源模块不是必需的,S7-300 也可以直接用 24V 供电
槽 2	CPU 的插槽
槽 3	当采用扩展机架进行多层组态时,为接口模板保留。即使不安装,也必须保留这个位置用于寻址
槽 4～11	用于 I/O 模块、通信处理器(CP)或功能模块(FM)的第一个槽位 I/O 模块的地址规划从第一个 I/O 模块开始,根据模块的类型地址递增

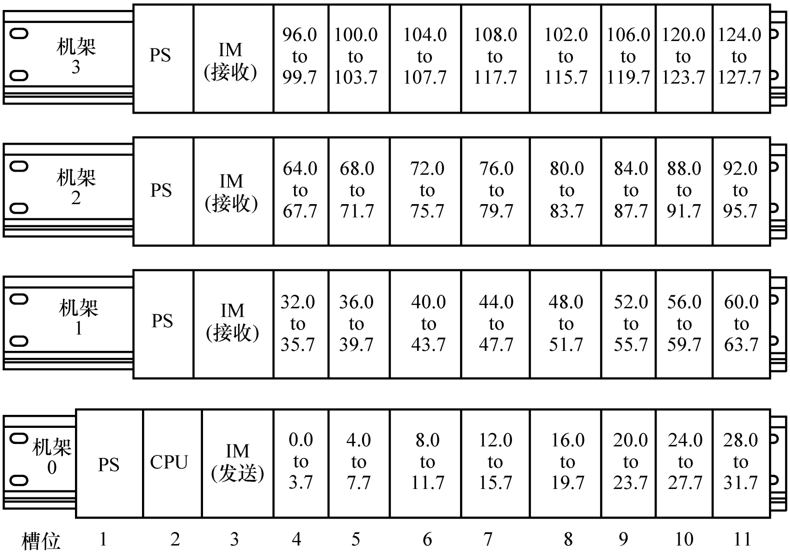
在 S7-300 中，机架上的插槽号简化了模块编址，如下图所示。模块的第一个地址由机架上的模块地址决定。



S7-300 模块的编址

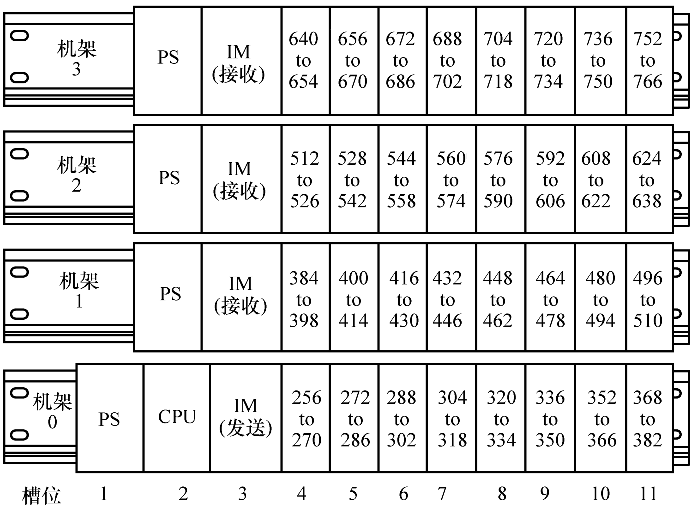
5.1.3　S7-300 I/O 模块的扩展

S7-300 数字量模块及模拟量模块的地址分配见下表。



S7-300 数字量模块地址分配

I/O 模块扩展 840D 数控系统内置 S7-300 的 CPU，同时，也将机架 0 的资源占用了。例如，机床控制面板输入/输出的地址分配，即机架 0 的地址资源，地址为 0～31，那么，机架 1 的地址就是 32～63，机架 2 是 64～95，机架 3 是 96～127



S7-300 模拟量模块地址分配

I/O 模块地址根据机架上模块的类型，地址可以分为输入 I 或输出 O，数字 I/O 模块每个槽划分为 4B（32 个 I/O 点），模拟 I/O 模块每个划分为 16B（8 个模拟量通道）

5.2　STEP 7 的程序设计

在 840D 数控系统中，报警主要分两部分：第一部分是系统报警，主要是 NC（数控）部分报警，对数控系统不正常状态发出警报，并根据报警的级别对

数控系统作出相应的反应，如停止进给、禁止所有轴使能信号，甚至停止液压等，这部分报警是 840D 数控系统在系统中装入并激活，不需要机床厂家设计编辑；第二部分是用户报警，它由机床制造厂家通过 PLC 编程，对复杂的机床控制作出专门的诊断，以监控机床的操作和机床状态，当机床的操作或状态不符合机床厂家设计好的逻辑时，把相应的状态位置“1”（ON），激活相关的报警文本，这时，操作或维修人员根据报警文本的提示，对机床作出相应的处理。

当然，不是所有的报警信息都很具体，有时需要根据报警信号并通过分析 PLC 程序才能确定最终的报警原因。作为一个数控维修人员，掌握用户报警分析方法，对数控维修技能、技巧的提高，往往起到事半功倍的作用。

5.2.1　STEP 7 程序的设计方法

1. 编程方法

STEP 7 为设计程序提供了三种方法，即线性化编程、模块化编程、结构化编程。可以选择最适合自己的程序设计方法。

（1）线性化编程　所有的程序都在一个连续的指令块中。这种结构和 PLC 所代替的固定接线的继电器线路类似。系统按照顺序处理各个指令。

（2）模块化编程　程序分成不同的块，每个块包含了一些设备和任务的逻辑指令。组织块中的指令决定是否调用有关的控制程序模块。例如，一个模块程序包含有一个被控加工过程的各个操作模式。

（3）结构化编程　结构化程序包含带有参数的用户自定义的指令块。这些块可以设计成一般调用。实际的参数（输入和输出的地址）在调用时进行赋值。一个带参数的程序块的例子如下：一个“泵控”块含有对泵的操作指令，控制泵的输入和输出信号。对泵进行控制的程序块负责调用（打开）“泵控”块，并指出哪个泵要进行控制。当“泵控”块完成其操作指令后，程序返回到调用块（如 OB1），然后，继续执行其他的指令。

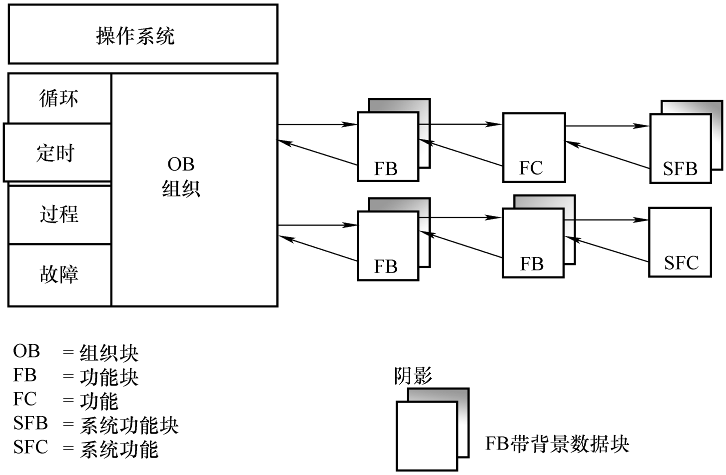
2. 程序块类型

程序块分为用户块和系统块。

（1）用户块　用户块包括程序代码和用户数据。在结构化程序中，一些块循环调用处理，一些块需要时才调用。

（2）系统块　系统块是在 CPU 操作系统中预先定义好的功能和功能块。这些块不占用用户程序空间，用户程序调用系统块，在整个系统中这些块具有相同的接口、相同的标示和相同的号。用户程序可以容易地转换到不同的 CPU 或

PLC 中，如下图所示。



组织块（OB）构成了 S7 CPU 和用户程序的接口。可以把全部程序存在 OB1 中，让它连续不断地循环处理。也可以把程序放在不同的块中，在需要的时候用 OB1 调用这些程序块。除 OB1 外，操作系统根据不同的事件可以调用其他的 OB 块，例如时间—日期中断、周期时间中断、诊断中断、硬件中断、故障处理中断、硬件启动。

功能块（FB）是在逻辑操作块内的功能或功能组，在操作块内分配有存储器，并存储变量。FB 需要这个背景数据块形式的辅助存储器，通过背景数据块传递参数，而且，一些局部参数也保存在此区，其他的临时变量存在局部堆栈中。保存在背景数据块内的数据，当功能块关闭时数据仍保存，而保存在局部堆栈中的数据不能保存。

功能（FC）是类似于功能块的逻辑操作块，但是，其中不分配存储区。FC 不需要背景数据块。临时变量保存在局部堆栈中，直到功能结束。当 FC 执行结束时，使用的变量要丢失。

数据块（DB）是一个永久分配的区域，其中保存其他功能的数据或信息。数据块是可读/写区，并作为用户程序的一部分转入 CPU。

系统功能块（SFC）是集成在 S7 CPU 中的已经编程并调试过的功能。这些块支持的一些任务是设置模块参数、数据通信和复制功能等。用户程序可以不用装载直接调用 SFC，SFC 不需要分配数据块。

系统功能块（SFB）是 S7 CPU 的集成功能。由于 SFB 是操作系统的一部分，用户程序可以不用装载直接调用 SFB。SFB 需要分配背景数据块 DB，数据块必

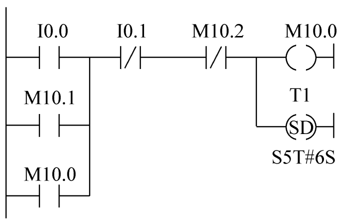
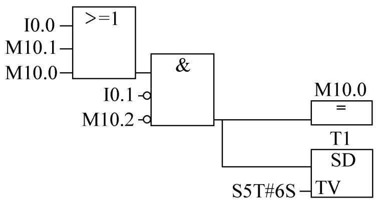
须作为用户程序的一部分装到 CPU 中。

系统数据块（SDB）是由不同 STEP 7 工具产生的程序存储区，存有操作控制器的必要数据。SDB 中存有一些信息，如组态数据、通信连接和参数。

5.2.2　S7-300 软件基础

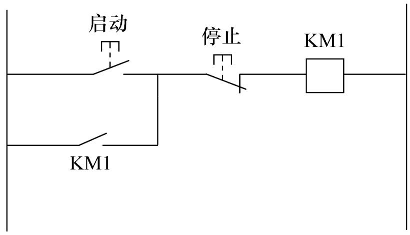
STEP 7 是 S7-300/400 系列 PLC 应用设计软件包，所支持的 PLC 编程语言非常丰富。该软件的标准版支持 STL（语句表）、LAD（梯形图）及 FBD（功能块图）三种基本编程语言，并且在 STEP 7 中可以相互转换。专业版附加对 Graph（顺序功能图）、SCL（结构化控制语言）、Higraph（图形编程语言）、CFC（连续功能图）等编程语言的支持。不同的编程语言可供不同知识背景的人员采用。

1. S7-300 基本编程语言（见下表）

A(A(　　　　　　0 0　I　0.0　　1 0　M　10.1　　0 0　M　10.0) AN　I　0.1　　1 AN　M　10.2　　2 =　M　10.0　　0 L　S5T#6S SD　T　1	语句表(STL)	语句表(STL)是一种类似于计算机汇编语言的文本编程语言,由多条语句组成一个程序段。语句表可供习惯汇编语言的用户使用,在运行时间和要求的存储空间方面最优。在设计通信、数学运算等高级应用程序时建议使用语句表
	梯形图(LAD)	梯形图(Ladder Diagram,LAD)是使用最多的 PLC 编程语言。因与继电器电路很相似,具有直观易懂的特点,所以很容易被熟悉继电器控制的电气人员所掌握,特别适合于数字量逻辑控制,也适合于熟悉继电器电路的人员使用
	功能块图(FBD)	功能块图(Function Block Diagram,FBD)使用类似于布尔代数的图形逻辑符号来表示控制逻辑,一些复杂的功能用指令框表示。FBD 适合于有数字电路基础的编程人员使用

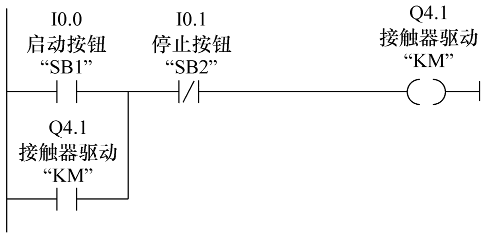
梯形图（LAD）是最为广泛的 PLC 图形编程语言，梯形图语言是在继电器控制电路图的基础上发展而来的，直观易懂，比较容易掌握。梯形图沿用了继电器触点、线圈、连线等图形和符号，由软件实现。与电器控制系统电气图的思路

是一致的，只是在使用符号和表达方式上有一定的区别。例如，电动机的启停控制，用继电器控制的电气原理图及用 PLC 程序来控制的梯形图如下图所示。



继电器控制电气图

电动机起停控制程序段



PLC 控制梯形图

2. S7-300 指令基础

指令是程序的最小独立单位，用户程序是由若干条顺序排列的指令构成的。指令一般由操作码和操作数组成，其中的操作码代表指令所要完成的具体操作（功能），操作数则是该指令操作或运算的对象。

指令操作数（又称编程元件）一般在用户存储区中，操作数由操作标识符和参数组成。操作标识符由主标识符和辅助标识符组成，主标识符用来指定操作数所使用的存储区类型，辅助标识符则用来指定操作数的单位（如位、字节、字、双字等）。

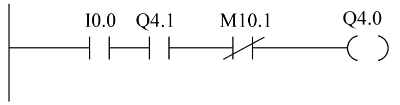
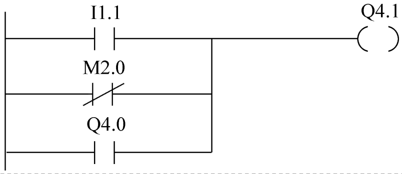
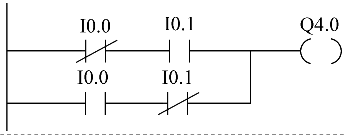
主标识符有：I（输入过程映像寄存器）、Q（输出过程映像寄存器）、M（位存储器）、PI（外部输入寄存器）、PQ（外部输出寄存器）、T（定时器）、C（计数器）、DB（数据块寄存器）和 L（本地数据寄存器）。

辅助标识符有：X（位）、B（字节）、W（字或 2B）、D（2DW 或 4B）。

3. 基本逻辑指令

基本逻辑指令主要是位逻辑操作指令，有触点指令、线圈指令、触发器指令。

位逻辑运算指令是“与”（AND）、“或”（OR）、“异或”（XOR）指令及其组合（见下表）。它对“0”或“1”这些布尔操作数扫描，经逻辑运算后将逻辑操作结果送入状态字的 RLO 位。

梯形图	功　　能	指　　令
	逻辑“与”在梯形图里是用串联的触点回路表示的，如果串联回路里的所有触点皆闭合，该回路就通“电”了。	“与”和“与非”(A，AN)指令
	逻辑“或”在梯形图里是用并联的触点回路表示的，被扫描的操作数标在触点上方。只要有一个触点闭合，输出 4.1 的信号状态就为“1”。	“或”和“或非”(O，ON)指令
	“异或”逻辑梯形图分别用助记符“X”和“XN”来标识。它类似“或”和“或非”指令，用于扫描并联回路能否“通电”	“异或”和“异或非”(X，XN)指令

4. PLC 编程的基本原则

1）外部输入、输出继电器，内部继电器，定时器，计数器等器件的接点可多次重复使用。

2）梯形图的每一行都从左母线开始，线圈接在最右边，接点不能放在线圈的右边。

3）线圈不能直接与左母线相连。

4）同一编号的线圈在一个程序中使用两次容易引起误操作，应尽量避免线圈重复使用。

5）梯形图程序必须符合顺序执行的原则，从左到右、从上到下地执行，不符合顺序执行的电路不能直接编程。

6）在梯形图中串联接点、并联接点的使用次数没有限制，可无限次地使用。

5.3　西门子 PLC 编程软件 STEP 7 的使用

5.3.1　西门子 840D 数控系统的联机

通过前面的介绍，知道 840D 数控系统 PLC 为西门子的 SIMATIC S7-300，与 NC 系统 CPU 一起集成在 NCU 单元上。SIMATIC S7-300 采用西门子的 STEP 7 作为编程联机软件，在 PC 上安装好 STEP 7 编程软件后，并不能马上与 840D 的 PLC 联机，还必须安装 SINUMERIK 840D Toolbox 软件和一些必要的设置。这是因为 STEP 7 调试编程软件硬件组态并不支持 840D 数控系统上集成的 PLC CPU，就连一些 840D 的基本 PLC 程序也没有，所以，必须安装 toolbox 和一些必要的设置，才可以进行联机通信。

1. 安装 840D Tool box

1）Tool box 封装成一个自解压文件，通常以版本号为可执行文件名，要经过解压后才能进行安装，如下图所示。



2）执行解压时，要指定一个存放解压文件的文件夹，如下图所示。



3）解压完成后，在存放的文件夹中找到安装执行文件进行安装，一般是双击 setup. exe 文件，即可执行安装，如下图所示。



小提示

在安装过程中，有的 PC 会提示重启计算机或初始化错误，遇到这种情况，找到注册表里的“HKEY_LOCAL_MACHINE \ System \ Current Control Set \ Control \ SessionManager\”，删除注册表值“Pending File Rename Operations”即可。

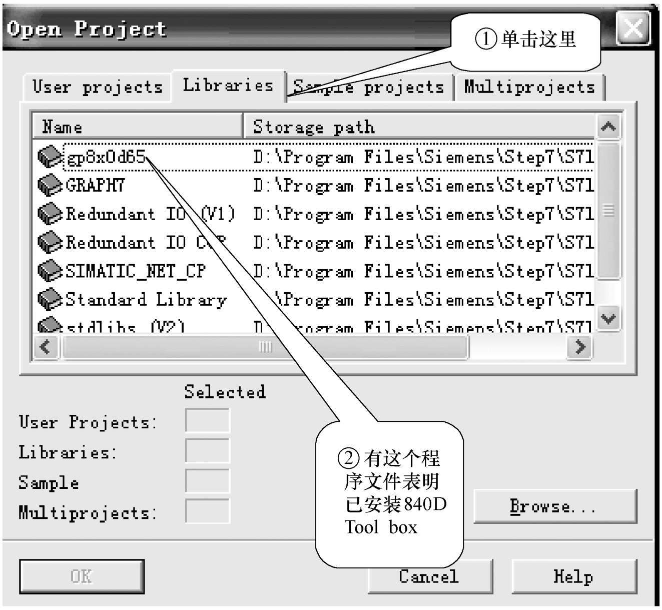
4）在安装过程中，会出现一些选项，请阅读后选择，再执行下一步操作，如下图所示。



5）关键是选择熟悉的语言种类，如下图所示。



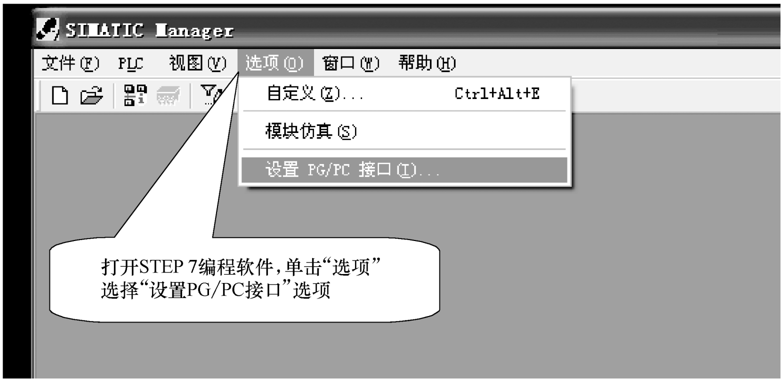
6）完成 Tool box 安装后，可以打开 STEP 7 编程软件查看安装是否成功，打开 STEP 7，“文件”→“打开”→“在 Open Project”中选择“Libraries”，看见 gp8x0d65，程序文件表示 Tool box 软件安装成功了，如下图所示。



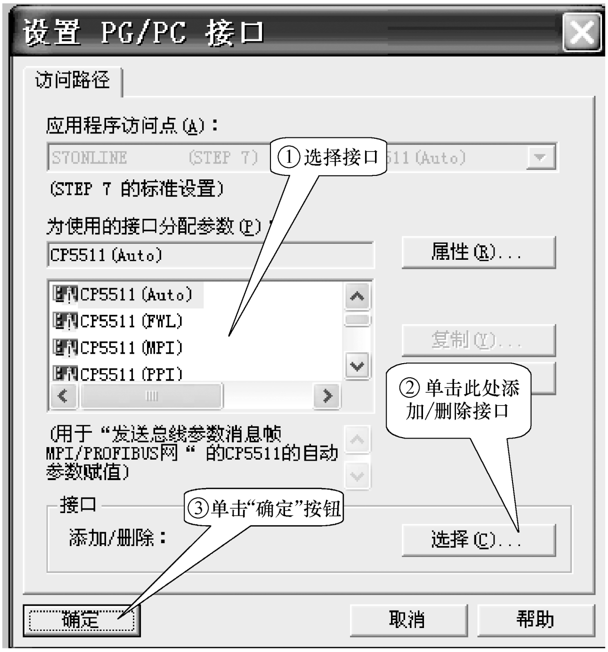
2. PG/PC 接口的设置

要连接 840D 的 PLC，除必须安装好 840D Tool box 软件外，硬件上还需使用西门子专用编程电缆，连接到 840D PLC 的接口（Profibus、MPI 等），同时还要设置 PG/PC 的接口。

1）设置 PG/PC 接口（见下图）。



2）在选择 PG/PC 接口的同时，也可以添加其他的接口（见下图）。

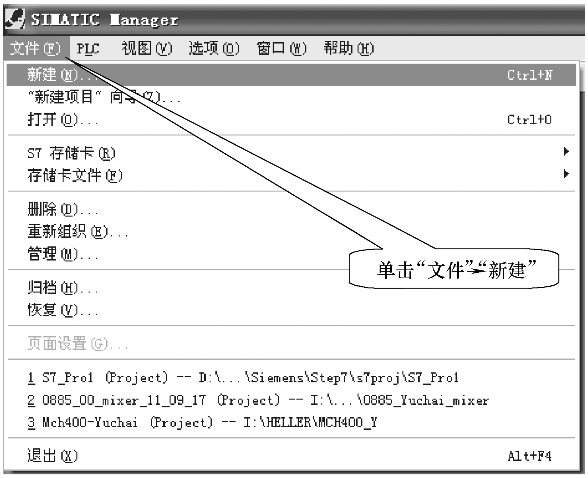


小提示

当 PC 上没有插入 CP5511 卡时，接口选择项会显示黄色的“!”。插入 CP5511 卡后，黄色的“!”立即消失表示正常了。对于 840D 数控系统来说，根据所连接总线接口，可以选择 Profibus，也可以选择 MPI。若无法确定连接的总线类型，则选择“Auto”（自动）即可。

3. 上传 840D PLC 程序到编程设备

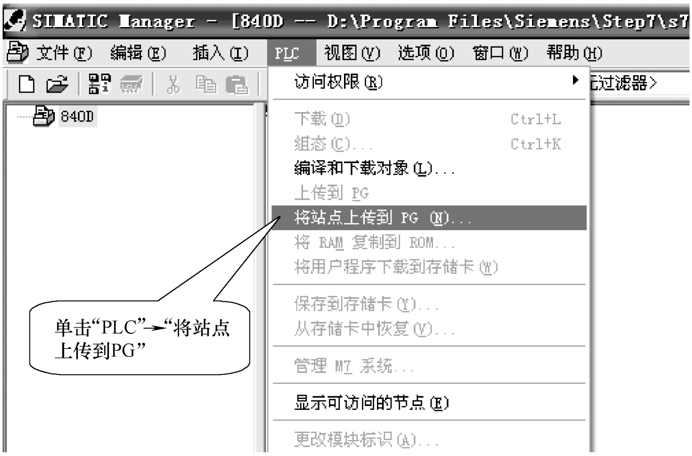
1）完成接口设置后，即可进行通信，840D PLC 程序上传到编程设备，首先打开 STEP 7 编程软件，建立一个新项目。



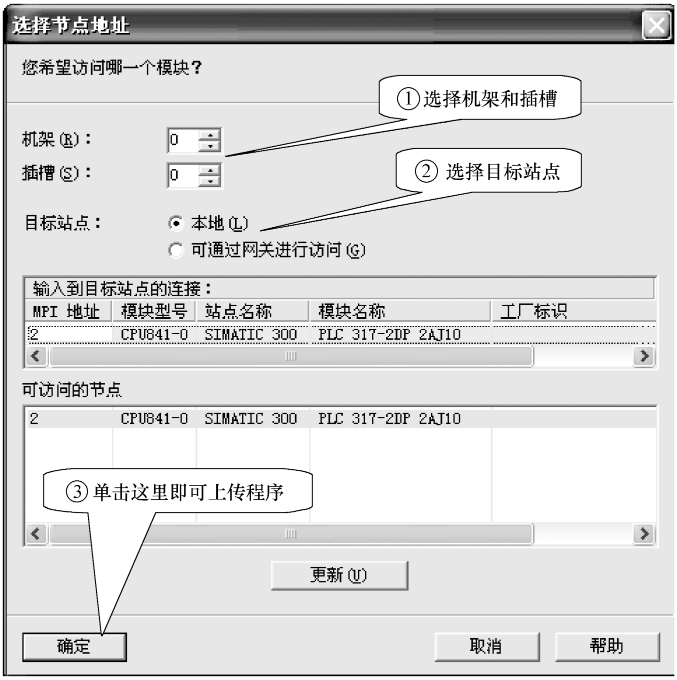
2）新建的项目要有个文件名，还要指定一个存放项目文件的文件夹。



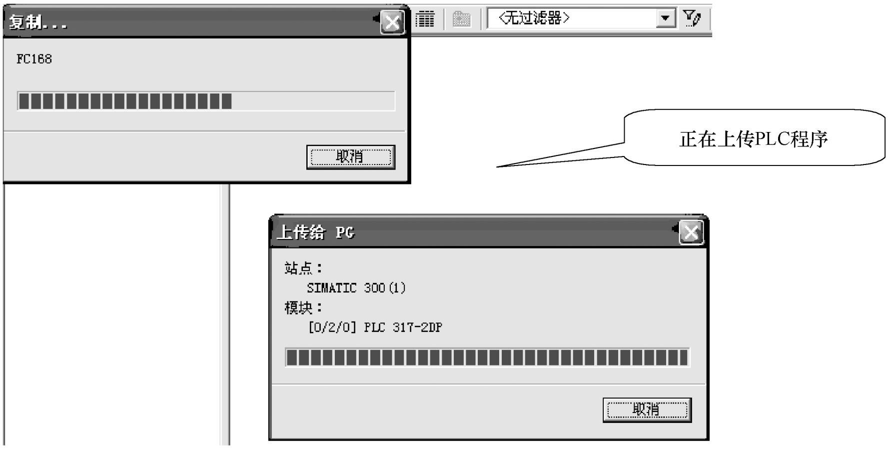
3）上传 840D PLC 程序，必须要设定传送的对象。



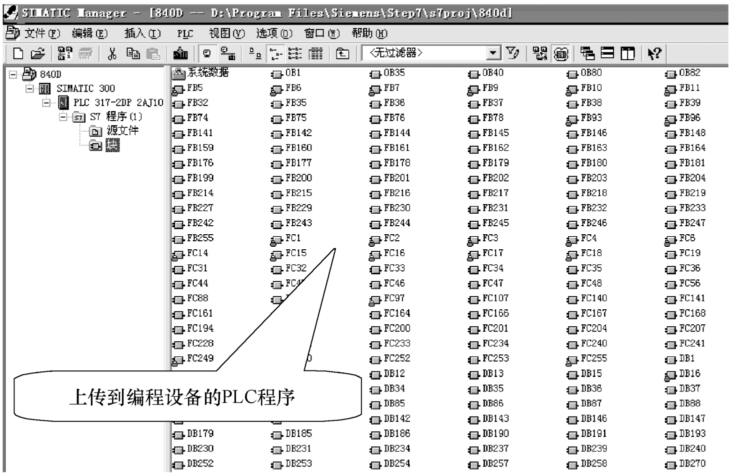
4）设定节点的地址，例如机架、插槽、目标站点。



5）在 PLC 传送的过程中会需要一定的时间，请耐心等待。



6）上传完成后，也可以查看程序。

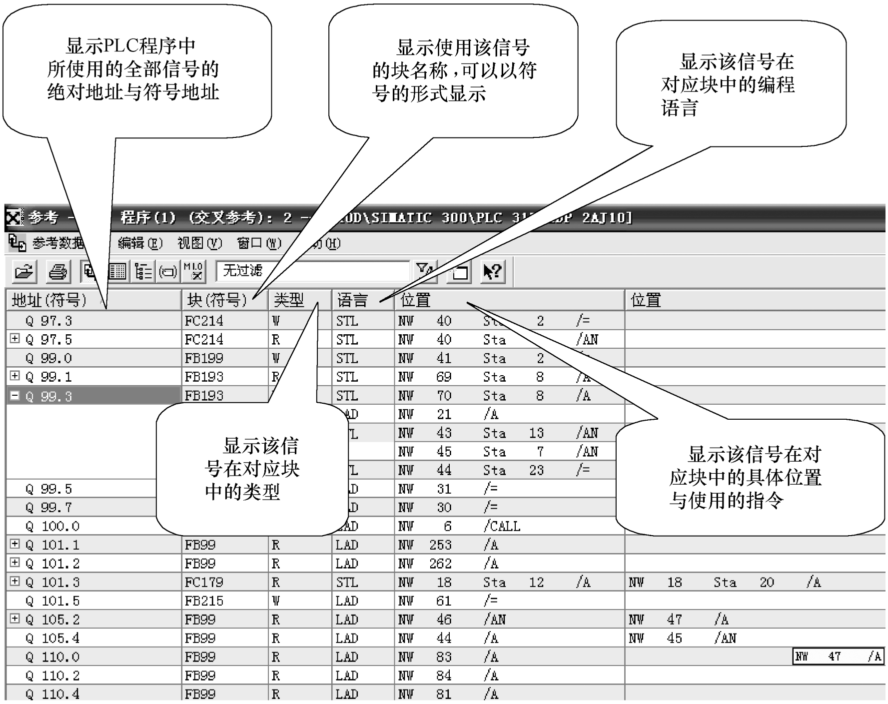


> **小提示**
>
> 上传 PLC 程序到 PC，是用来分析、监控机床状态，查找用户报警的。

5.3.2 建立交叉参考表

1. 认识交叉参考表

交叉参考表如下图所示，其主要作用是查看某一信号的触点在 PLC 程序中何处使用，线圈在何处赋值等。



交叉参考表

小提示

1）地址选项前带有“+”的表明该信号在程序中被多次使用，点击“+”位置后，可以显示信号在其他逻辑块中的使用情况。

2）类型选项显示该信号在对应块中的类型，R 代表“读”，对于开关量信号，代表使用的是其“触点”；W 代表“写”，对于开关量信号，代表使用的是其“线圈”。

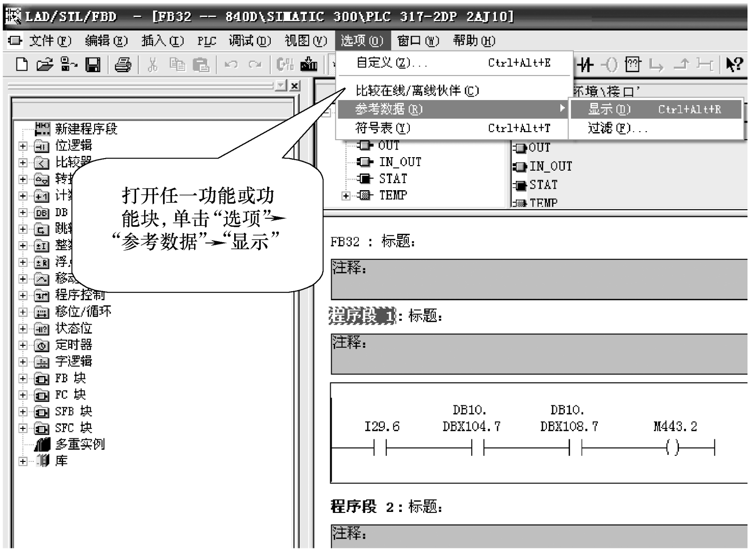
3）语言选项显示该信号在对应块中的编程语言，如梯形图（LAD）、语句表（STL）等。

4）位置选项显示该信号在对应块中的具体位置与使用的指令，其中 NW 代表网络号，/A 代表信号的操作指令为“与”等。当信号被多次使用时，位置选项可以显示多列。

2. 交叉参考表的建立

交叉参考表可以快速查找某一数据在 PLC 程序中的使用情况。所以，建立交叉参考表就非常有必要。

1）建立交叉参考表。首先，要打开任意一功能块中参考数据的显示。



2）执行显示功能后，会提示参考数据应当更新还是重新生成，等待操作者选择。



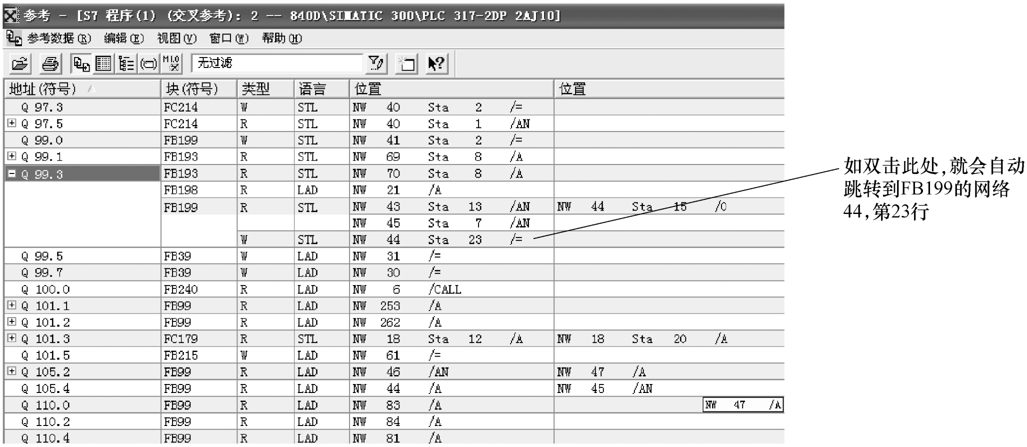
3）选择“是”即创建交叉参考表。



4）交叉参考表创建完成后，可以选择查看内容。



5）在输出点交叉参考表里，可以清楚地显示某点应用于哪个程序块，该点的读写情况，用何语言编写，该点具体应用位置。双击应用位置，就会自动转到相应程序。

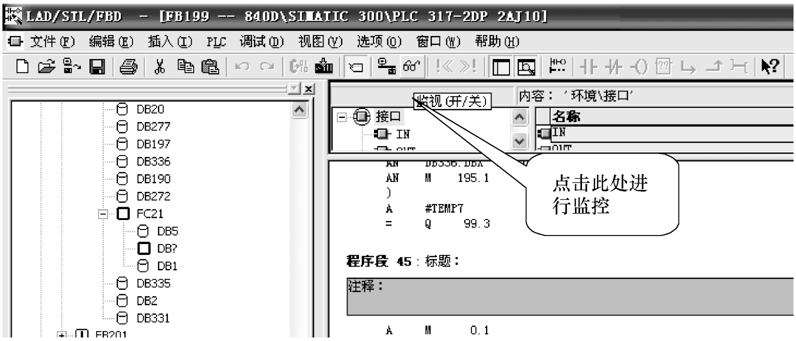


地址(符号)	块(符号)	类型	语言	位置	位置
Q 97.3	FC214	W	STL	NW 40 Sta 2 /=	
⊞ Q 97.5	FC214	R	STL	NW 40 Sta 1 /AN	
Q 99.0	FB199	W	STL	NW 41 Sta 2 /=	
⊞ Q 99.1	FB193	R	STL	NW 69 Sta 8 /A	
⊟ Q 99.3	FB193	R	STL	NW 70 Sta 8 /A	
	FB198	R	LAD	NW 21 /A	
	FB199	R	STL	NW 43 Sta 13 /AN	NW 44 Sta 15 /O
				NW 45 Sta 7 /AN	
		W	STL	NW 44 Sta 23 /=	
Q 99.5	FB39	W	LAD	NW 31 /=	
Q 99.7	FB39	W	LAD	NW 30 /=	
Q 100.0	FB240	R	LAD	NW 6 /CALL	
⊞ Q 101.1	FB99	R	LAD	NW 253 /A	
⊞ Q 101.2	FB99	R	LAD	NW 262 /A	
⊞ Q 101.3	FC179	R	STL	NW 18 Sta 12 /A	NW 18 Sta 20 /A
Q 101.5	FB215	W	LAD	NW 61 /=	
⊞ Q 105.2	FB99	R	LAD	NW 46 /AN	NW 47 /A
Q 105.4	FB99	R	LAD	NW 44 /A	NW 45 /AN
Q 110.0	FB99	R	LAD	NW 83 /A	NW 47 /A
Q 110.2	FB99	R	LAD	NW 84 /A	
Q 110.4	FB99	R	LAD	NW 81 /A	

6）用交叉参考表可对 PLC 程序进行分析，利用它，可以很方便地查找到每一输入/输出点、中间点所应用的程序块，是查找用户报警原因方法之一。

5.3.3 在线监控 PLC

利用生成的交叉表，找到要监控的点，单击，就会自动跳转到相应程序段，再单击“眼镜”菜单，就可以对 PLC 的运行状态进行监控了，如下图所示。



小提示

当单击监控，若提示离线程序与在线程序不一致时，不能强行监控，否则，就会以离线程序覆盖 840D PLC 在线程序。

5.4 PLC 机床用户报警

系统报警通常是由西门子编写的通用报警，用户报警则是由机床制造厂家针对某类机床用 PLC 编写的，不同的机床制造商、不同的机床类型，所拥有的用户报警是不同的。PLC 报警分为两类：一是针对 PLC 本身软、硬件产生的报警；二是通过用户逻辑控制程序检查出机床故障时产生的报警。

5.4.1 西门子 840D 数控系统中的 PLC 用户报警

840D 数控系统的 PLC 报警，是通过运行 PLC 梯形图检测出来的，并通过数控系统显示报警信息，但是，有的故障通过报警信息就可以找到故障原因，有的故障报警显示只是一些故障结果或者是不正常的状态，要找到故障点，还需要综合分析其他情况。

1. 840D 数控系统加工中心报警系统的类型

（1）NCK 报警

（2）HMI 报警\信息

（3）611D 报警

（4）PLC 报警

其中 PLC 报警又可以分为以下几类报警：

400000～499999：一般报警

500000～599999：通道报警

600000～699999：轴/主轴报警

700000～702463：用户报警区

通常，每一个报警号都对应一个 PLC 报警标志位，一般机床厂家只对用户报警区（700000～702463）进行编程，用来诊断机床各种状态，根据机床状态给出提示及报警，方便操作人员、维修人员进行处理。从 400000～699999 报警区是 840D 规定的报警，用户不用编写相应程序。

2. 840D 数控系统 PLC 报警与标志位对应关系

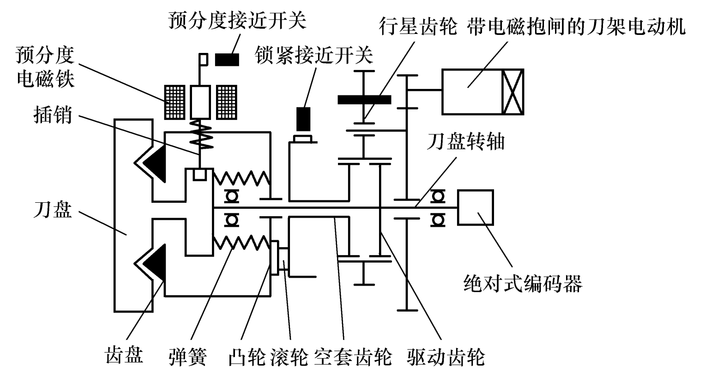
每一个 PLC 报警号都有一位报警标志位要激活，在 840D 数控系统中，报警标志一般存放在数据块 DB2 中相应的数据位置。DB2 不是由用户程序创建的，而是由 840D 系统基本程序在运行时自动生成的，它的每一位就对应一个报警号。当 NC 系统检测到 DB2 数据中的某位变为高电平“1”时，就会产生相应的报警号，并从报警文本中调出报警信息，显示在显示屏幕上，西门子 840D 系统的 700000～702463 号报警为用户 PLC 报警，对应于 DB2 的数据位见下表。

组别	用户报警号	DB2. DBX	组别	用户报警号	DB2. DBX
1	700000～700063	180. 0～187. 7	22	701100～701163	268. 0～275. 7
2	700100～700163	188. 0～195. 7	23	701200～701263	276. 0～283. 7
3	700200～700263	196. 0～203. 7	24	……	……
……	……	……	25	702400～702463	372. 0～379. 7
21	701000～701063	260. 0～267. 7			

840D 数控系统标准的用户报警一共有 25 组，从上表中可以看出，每一组报警有 8 个字节，每个字节有 8 位，所以每一组报警有 64（0～63）个。报警的起始地址 DB2. DBX180. 0 对应于 700000 号报警，DB2. DBX180. 1 对应 700001 号报警，依此类推。其中报警号的中间两位和用户报警区域的数字是一致的，从这个规律可以很容易地推算出报警所对应的地址，以便于维修时的查找，例如报警是 700806，从 08 这个数字知道它是第 8 组的，那么，它所对应的地址就是 DB2. DBX(180 + 8 × 8). 6 = DB2. DBX244. 6。根据报警号，可以很快得出报警标志位，连接上 PLC，就可以在线查找到报警原因了。

5.4.2 PLC 报警故障诊断与维修实例

1. 刀架转动不到位故障诊断与维修（见下表）

<table>
<tr><td>故障现象</td><td>
</td><td>12 工位的转塔刀架，执行换刀指令时，刀架不能停转，最后，刀架锁不紧，屏幕有报警提示：换刀未到位</td></tr>
<tr><td>分析诊断</td><td colspan="2">从故障现象来看，机械动作正常，机械故障可能性不大，刀架能转动，说明系统对刀架电动机的控制是正确的，刀架转动不停，即说明可能是“不能完成预定位”
通常，换刀工作过程是：
①执行换刀指令（T 指令），刀架电动机上的电磁抱闸松开，电动机带动齿轮和行星齿轮旋转；②选通信号到位，预分度电磁铁延时得电，插销脱离刀盘转轴的凹槽；③刀盘转轴，由于齿盘未脱开而处于锁紧状态，驱动齿轮不运行，行星齿轮带动空套齿轮旋转，并带动滚轮转动且超过预分度角度，使齿盘后面凸轮松开，弹簧使齿盘向右移动，齿盘和刀盘脱开，行星齿轮通过驱动齿轮带动刀盘转轴旋转，从而实现分度；④当刀盘转到目标刀位时，预分度接近开关动作发出信号，刀架电动机停转，刀盘转轴停转，开始延时；⑤延时的时间到，刀架电动机反转，行星齿轮带动空套齿轮反转，滚轮压紧凸轮，齿盘向左移动，齿盘和刀盘重新啮合，锁紧接近开关动作发出信号，刀架电动机停止并延时，这时，电磁抱闸断电，刀架电动机被锁紧，同时，预分度电磁铁断电，插销被弹簧弹回，换刀完成</td></tr>
<tr><td>检查排除步骤</td><td colspan="2">1）打开 PLC 诊断功能，根据机床厂提供的电气图样，检查刀位信号对应 PLC 地址 IB34 的第 0 ~ 6 位
2）用万能表测量电缆线
3）更换编码器</td></tr>
</table>

小提示

编码器更换后，需调整才能使用，特别是没有任何位置标志的编码器，换刀定位的调整需要反复进行，一般程序是：

1）打开 PLC 诊断页面，输入 IB34，显示刀位编码状态。

2）转动编码器，使之与实际刀位相同，然后固定。

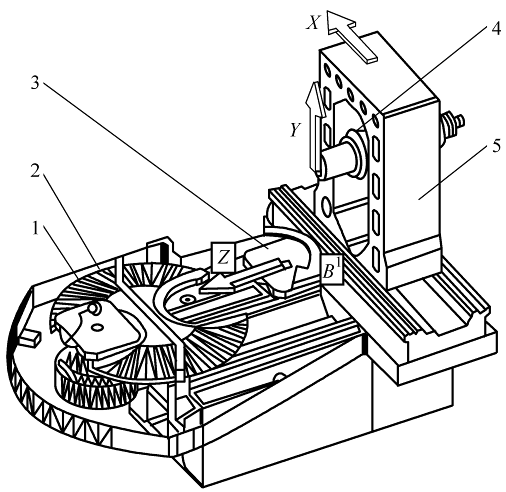
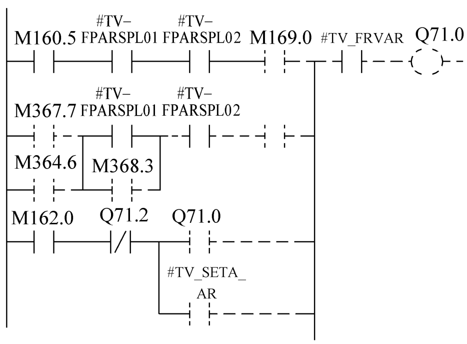
3）手动方式换刀，使刀架转动。

4）若刀架不能定位，需正向或反向调整编码器的位置，直至能正确定位。

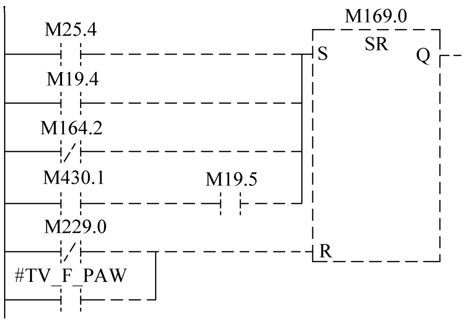
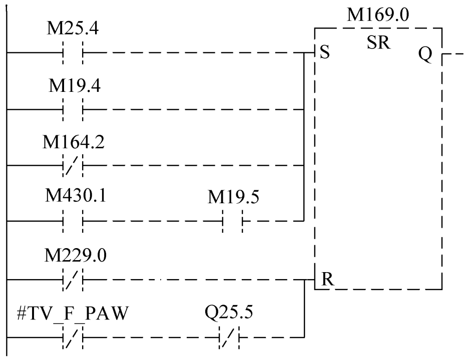
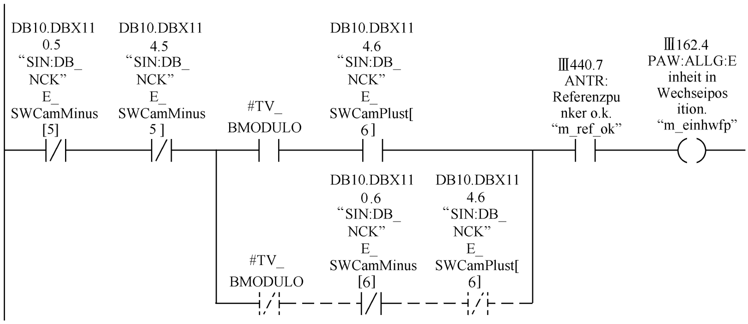
5）重复 2）、3）、4）步骤，直到刀架每次都能准确定位和锁紧。

6）锁紧编码器。

2. 用屏蔽 PLC 信号的方法，查找加工中心故障点（见下表）

HELLER 加工中心结构简图		1—工件装载区 2—托盘交换装置 3—工作台 4—主轴 5—机床立柱 *X*—纵向进给轴 *Y*—垂直进给轴 *Z*—横向进给轴 *B*—旋转轴(绕 *Y* 轴回转)
故障现象	一台从德国进口的 HELLER 卧式四轴加工中心,采用德国西门子 840D 数控系统。在加工过程中,自动交换工作台工序不能完成,且没有任何报警提示	
分析诊断		对于这类没有报警的故障,通常是数控系统或机床处于一种等待状态,等待一个向前进或向后退的系统指令 840D 系统内置了 PLC,系统及用户程序较多,要分析这种情况,就需了解设备该部分的工作原理,分析其 PLC 控制程序,以及在现场的跟踪和联机在线分析程序。进入手动交换工作台菜单查看,发现工作台并没有夹紧。连接计算机监控相应 PLC 程序,发现工作台夹紧阀的输出 Q71. 0 一直不为“1”。相应 PLC 程序如左图,在 PLC 程序中,M160. 5 是工作台在自动交换状态,但 M169. 0 不为“1”,跟踪监控发现在自动交换工作台时,M169. 0 为“1”,但在托盘下降过程中突然变为 0,使托盘下降到位后 Q71. 0 又不能为“1”。要使 M169. 0 复位,只能由 M229. 0 为 0,或局域变量“#TV_F_PAW”为“1”

（续）

<table>
<tr><td rowspan="3">诊断排除步骤</td><td>
</td><td>1）为了判别哪一个信号使 M169.0 复位，应先屏蔽一个信号（局域变量#TV_F_PAW），用 Q25.5（液压启动指示灯，液压启动后一直为“1”，以防有意外情况时急停机床，使屏蔽失效）的常闭点与局域变量“#TV_F_PAW”相“与”，这样局域变量“#TV_F_PAW”这一信号就不能复位 M169.0 了，程序修改如左图</td></tr>
<tr><td>
</td><td>2）查找到 M164.2 的输出控制程序，继续应用屏蔽信号法，找到发出这一错误信号的故障点----DB10.DBX114.5（正常情况下，DB10.DBX114.5 为“0”），用 Q25.5 与 DB10.DBX114.5 的常闭点相“或”，暂时屏蔽掉这个信号，使它的信号变化对输出 M164.2 没有影响，结果，自动交换工作台成功了。M164.2 输出控制程序如下图</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

小提示

对于西门子 840D 这样的开放式数控系统，在确保设备安全的情况下，可以采取屏蔽怀疑信号的方法，用一个恒为“1”或恒为“0”的信号，与所怀疑的信号相“与”或相“或”，暂时屏蔽掉这个可疑信号，逐一排除故障点，可以收到意想不到的效果。

3. 查看 PLC 梯形图，确认故障点的分析维修实例（见下表）

故障现象	一台从德国进口的 HELLER 卧式四轴加工中心，采用德国西门子 840D 数控系统，报警 304 号
分析诊断	故障时状态：机械手不在原位(353.641°)，主轴没定位，取刀旋臂在刀库侧，待刀态在 0°，这种状态是无法正常手动操作的。机械手不回到零位，就会报 304 号
检查排除步骤	要使机械手转动到原位，首先得使主轴定位，然后取刀旋臂在机械手侧，待刀态在 90°。而由于机械手不在原位，致使主轴不能定位，在操作主轴定位时，就会报警 282 号。为了使主轴定位，不让 282 号报警出现，查看 PLC 梯形图，正常时 M410 为 1，而 M410 由 M5500 等控制，强制 M5500 为 1，主轴能定位，然后再强制 X82 为 1，假定取刀旋臂在机械手侧(由于不好控制，不敢强制电动机转动)，再强制 Y8B(待刀态在 0°)为 0，Y8A(待刀态在 90°)为 1，转动机械手到原位后再取消强制，然后，正常操作到正确位置

小提示

出现 304 号报警原因是多种多样的，如果 10s 内机械手不在原位就会出现，只要机械、电器正常，位置不出现干涉时，正确操作是可以手动复位的。

4. 西门子 840D 数控系统加工中心的软故障维修实例（见下表）

故障现象	一台加工中心在自动加工过程中出现急停故障，在手动或 MDI 方式下运行程序则没有报警，故障呈无规律状态，出现报警后重新启动机床恢复正常。故障时屏幕显示： 3000　Emergency stop 2000　PLC sign-of-life monitoring 2001　PLC has not started up 101000　No connection to the PLC!
分析诊断	该加工中心采用先进的西门子 840D 数控系统，集成了 PLC 部分和 NC 部分，也就是说 PLC 的 CPU 集成在数控系统内 从屏幕上收集到加工中心自动诊断出来的主要报警信息为： 3000　Emergency stop　(NCK/PLC 接口间有急停请求) 2000　PLC sign-of-life monitoring(寿命监控的标志 PLC 无效) 2001　PLC has not started up　(PLC 没有启动) 101000　No connection to the PLC!　(没有连接 PLC) 初步判断故障部位应该在 PLC 部分，是由于某种未知原因导致 PLC 突然停止，并向数控系统发出急停信号的。故障时 PLC 内部的报警信息(需从 PLC 下载)如下： Diagnostic buffer of module PLC317-2DP 2AJ10 Order No. / Description　Component　Version 6FC5 317-2AJ10-1AB0　Hardware　2210 20.71.19　23.07.2004　Firmware　V 2.1.4 Rack：0 Slot：2 vent 1 of 100：Event ID 16# 4548 STOP caused by I/O management Event 2 of 100：Event ID 16# 2942 I/O access error, reading P area, word access, Access address：288 Requested OB：I/O access error OB (OB122)；

（续）

分析诊断	通过分析发现故障出现均是在系统对信号的读写过程中产生错误的,导致这种故障的原因很多,可能是:①系统软件故障;②电源干扰;③IO 模块损坏或受干扰;④通信受损坏或受干扰。PLC 内部的自诊断信息进行分析、出现之前都有一个共同的信息: Rack： 0 （0 号机架即为起始的第一个机架） Slot： 2 （第 2 槽） 从这个信息看出故障应该在起始机架的第 2 槽,而在 S7-300 的起始机架中正常这个槽是 CPU 槽,但西门子 840D 内置了 S7-300 的 CPU,所以这个槽实际上是 IM361 扩展单元的安装位置,该模块用于机架与机架之间的通信连接,连接两个通信模块的是 35 芯电缆线
检查排除步骤	1）回装系统软件 2）硬件代换,逐步排除怀疑件

小提示

在维修领域中，所谓软故障并不是指软件方面故障，而是指设备在使用中出现时有时无、忽隐忽现的不稳定故障症状，使设备不能连续正常工作，重复可逆，有诸多原因造成，具有某种特殊性的故障。对于硬件方面，在没有诊断仪器的情况下，及时收集和分析来自数控系统自诊断程序报告的各种故障报警信息，对可疑部件采用备件替换法进行排除。在系统正常时，用比较法及抗干扰法辅助检测。在整个维修过程中做好故障信息的收集和维修检测过程的记录是关键的，该案例更换 35 芯通信电缆线后，故障排除。

附　录

西门子 840D 系统报警内容、原因及解决方法

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
1	Battery alarm power supply 电池报警	原因:电池电压低于规定值 解决方法:更换电池后用应答键消除报警 (注意:系统必须带电更换电池)
3	PLC stop PLC 停机	原因:PLC 没有准备 解决方法:用编程器 PG 读出中断原因(从 ISTACK)并进行分析;分析 NC 屏幕上的 PLC 报警
4	Invalid unit system 非法的单位系统	原因:在机床数据 MD5002 中选择了非法的单位组合,即测量系统的单位(位置控制分辨率)与输入系统的单位(转换系数大于 10)之间的组合 解决方法:修改机床数据位 MD5002,然后关掉电源重开
5	Too many input buffer parameter 太多的输入缓冲参数	原因:当使用"FORMAT USER M."软键格式化用户程序存储器时扫描这个报警 解决方法:修改机床数据 MD5(输入低一点的数值),然后重新格式化程序存储器
7	EPROM check error EPROM 检查错误	原因:校对"检查"和发现一个错误 解决方法:关掉电源重开,屏幕显示出有缺陷的 EPROM,更换
8	Wrong assignment for axis/spindle 进给轴/主轴分配错误	原因:机床数据 MD200 * 、MD400 * 或者 MD461 * 设定错误 解决方法:检查修改机床数据 MD200 * 、MD400 * 、MD461 *
10	UMS error UMS 错误	原因:机床数据 MD5015 位 6 被设置,但没有插入 UMS,UMS 不能装载,也就是说是空的 解决方法:插入 UMS,装载 UMS(RAM)
11	Wrong UMS identifier UMS 标识符错误	原因:没有装载 UMS,是空的;UMS 的内容没有定义:①UMS(RAM)被覆盖;②UMS(EPROM)是空的;③插入了错误的 UMS;④当连接 WS800 时出现错误 解决方法:插入正确的 UMS,重装 UMS(RAM)

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
12	PP memory wrongly 工件存储器错误	原因:工件程序出错 解决方法:检查机床数据 MD12,清除工件程序
13	RAM error on CPU CPU 模块上 RAM 错误	原因:CPU 模块上 RAM 程序出错,RAM 模块损坏 解决方法:在初始化菜单中格式化用户存储器,清除工件程序;换模块
14	RAM error on memory module 存储器模块上 RAM 错误	原因:RAM 程序出错,RAM 模块损坏 解决方法:在初始化菜单中格式化用户存储器,清除工件程序;换模块
15	RAM error on machine data card MD 的存储器错误	原因:RAM 程序出错,RAM 模块损坏 解决方法:格式化存储器,重新装入机床数据,更换 RAM 模块
16	Parity error RS232C RS232C 口奇偶错误	原因:在设定参数中设置了“传送数据需要进行奇偶校验”,在传送过程发现奇偶错误 解决方法:检查机床设定数据位 5011、5013、5019、5021。检查外部传送装置
17	Overflow error RS232C RS232C 口溢出错误	原因:NC 系统还没有处理完传输的字符,外部装置又传送来新字符 解决方法:检查机床设定数据位 5011、5013、5019、5021;测试外部装置;使用线控或者字符控制传输;降低传输波特率
18	Frame error RS232C RS232C 口形式错误	原因:接口数据或者程序传输时停止位/波特率/数据位设置不正确 解决方法:检查设定数据 5011、5013、5019、5021;测试外部装置(数据位数:7 位数据 +1 位奇偶校验位)
19	I/O device not ready RS232C RS232C 口 I/O 装置没有准备	原因:从外部设备传来的 DSR 信号弱 解决方法:激活外部设备;不用 DSR
20	PLC alarm memory not formatted PLC 报警存储器没有格式化	解决方法:进入初始化操作对报警存储器进行格式化 注意:传入 PLC 报警文本之前必须格式化报警文本存储器
22	Time monitoring RS232C RS232C 口监视超时	原因:NC 系统 RS232C 启动后,60s 内没有传输数据 解决方法:检查外部设备或者电缆;检查设定数据
23	Char parity error(RS232) RS232 接口字符奇偶错误	原因:磁带脏或者损坏 解决方法:检查磁带
24	Invalid EIA character(RS232) 非法 EIA 字符	原因:一个 EIA 字符被读入,奇偶校验正确,但在 EIA 码中没有定义 解决方法:检查穿孔纸带;设定机床的设置数据 5026、5027 和 50290
26	Block >120 characters(RS232) RS232 通信时,大于 120 个字符	原因:输入的程序块有超出 120 个字符的 解决方法:分成两个或者更多的程序块

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
27	Data input disabled RS232C 不能通过RS232C口输入数据	原因：传送NC/PLC机床数据时密码没有解开；PLC程序（PCP）、PLC报警文本只能在初始化状态被读入，并且MD5012.7=0 解决方法：修改条件
28	Circ buffer overflow（RS232） 缓冲寄存器溢出	原因：传送速率太高，读入的数据超出NC处理的能力。当再传输程序时，出问题的程序必须先清除掉 解决方法：降低传送速率
29	Block >254 char.（RS232） 程序块大于254个字符	原因：读入的程序块大于254个字符（包括所有的字符） 解决方法：分成两个以上的程序块
30	PP memory overflow RS232C RS232C传输时工件程序存储器溢出	原因：工件程序存储器已满 解决方法：删除一些无用程序，重新整理存储器
31	No free PP number RS232C RS232C传输时工件程序数超设定值	原因：工件程序数已超设定 解决方法：删除一些无用程序，重新整理存储器；或改变机床数据程序数MD8设定，重新格式化程序存储器
32	Data format error（RS232） 数据格式错误（RS232口）	原因：一个地址之后的解码允许号不正确；十进制小数点位置错误；工件程序或者子程序定义或者结束不正确；NC需要一个"="字符，但这个字符在EIA码中没有定义 解决方法：检查读入的数据
33	Different program same no.（RS232） RS232C传输时不同程序号相同	原因：系统存储的数据与传入的数据程序号相同，经比较后，内容不同产生报警 解决方法：删除老程序或者把老程序换名
34	Operator error（RS232） RS232操作错误	原因：NC启动传输，PLC发出第二启动信号 解决方法：停止数据输入，重新启动
35	Reader error（RS232） RS232阅读机错误	原因：从西门子磁带阅读机中传来错误信息 解决方法：重新启动数据传输，如果错误再次发生，更换西门子阅读机
48	PLC alarm texts from UMS illegal PLC报警，来自UMS的报警文本非法	原因：UMS出错 解决方法：复位NC机床数据MD5012位7；检查UMS，如果需要用WS800再设定
87	Illegal software limit switch 非法软件限位开关	原因：在软件限位中输入一个非法数值 解决方法：检查机床数据MD224*、MD228*、MD232*、MD236*或者预限位MD376*
104*	DAC limit DAC超限	原因：系统设定的DAC比MD268*设定得高 解决方法：低速操作，检查实际值，检查机床数据MD268*，检查驱动单元，检查机床数据MD364*和MD368*

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
108*	Overflow of actual value 实际值溢出	原因：实际机床数值丢失，高速运动时计数器溢出，参考点在这个过程中丢失 解决方法：减小最大速度，检查机床数据 MD364* 和 MD368*
112*	Clamping monitoring 夹紧监视，定的数据必须保证能够在这个期间减少跟随误差	原因：在伺服轴定位期间，跟随误差消除时间超出机床数据 MD156* 设定的数值；在夹紧期间机床数据 MD212* 设定的数据被超过 解决方法：检查 MD212* 的值必须大于 MD204* 的值
116*	Contour monitoring 轮廓监视	原因：在加速或者减速期间，伺服轴没有在规定时间内达到新的速率 解决方法；增加允差带 MD332*；检查伺服增益系数；检查速度控制器最优化；检查驱动执行机构
132*	Control Loop hardware 控制环硬件	原因：伺服环测量反馈有污染信号，即检测信号不正常 解决方法：检查测量系统
136*	Meas system dirty 测量系统脏	
148*	+SW over travel switch 超过软件正向限位	解决方法：向相反方向运动即可消除报警
152*	-SW overtravel switch 超过软件负向限位	
156*	Set speed too high 设定速度太高	原因：伺服轴的设定速度高于机床数据 264* 设定的数值 解决方法：检查 MD264 的数据是否比 MD268 的数据大；检查驱动器；检查测量系统；NC 的中性点是否接地？检查位置控制环的方向
160*	Drift too high 漂移太大	原因：NC 修正的漂移太大 解决方法：执行漂移补偿即可消除此故障
168*	Servo enable，trav axis 进给轴伺服功能	原因：在伺服轴运动期间，伺服轴的伺服使能被 PLC 取消 解决方法：检查 PLC 程序
172*	+Working area limit 超出正向工作区域设置	解决方法：检查程序是否有问题；检查设定数据中工作区域设置
176*	-Working area limit 超出负向工作区域设置	
180*	Axis in several channels 进给轴在几个通道内	原因：在不同通道两个程序同步处理时，一个进给轴在两个程序里编程 解决方法：检查这两个程序

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
184 *	Stop behind ref Point 在参考点后停	说明：在回参考点时，进给轴停止在参考点碰块和零点脉冲之间 解决方法：重回参考点
2000	Emergency stop 急停	原因：PLC 的输出 Q78.1 变为“0” 解决方法：检查急停开关、限位开关和 PLC 程序
2030	Path increment incorrect 路径增量不正确	解决方法：检查 G06 块，再进行计算和修改
2031	Evaluation factor too high（MD388 * ） 评估因数太高（MD388 * ）	解决方法：检查机床数据 MD388 * 并修改
2032	Stop during threading 在攻螺纹期间停止	说明：在切削期间，每转进给被停止，螺纹毁坏 解决方法：检查主轴反馈信号
2034	Speed reduction area 在减速区域	原因：进给轴到达软件预限位 解决方法：检查程序，检查机床数据 MD0（或者 MD376 * ）和 MD1；向相反方向运动即可消除报警
2035	Feed limitation 进给速率极限	原因：程序中的编程速率比进给轴设定的最大速率高 解决方法：降低编程速率即可消除故障
2036	G35 thread lead decrease error G35 螺纹螺距减小错误	原因：螺距在攻螺纹期间减小，但减小得太多，以至于在螺纹结束点，直径等于或者小于零 解决方法：编程减小螺距或者缩短螺纹
2037	Programmed S value too high 编程 S 值太高	原因：在程序中编程的主轴速度 S 值高于“16000” 解决方法：将 S 数值设置小于“16000”即可
2039	Reference point not reached 参考点没有达到	原因：进给轴没有都回参考点 解决方法：将所有轴回参考点即可 （注意：没回参考点，软件限位失效）
2040	Block not in memory 程序块没在存储器内	说明：在程序块搜索时，没有发现要寻找的程序块；在工件程序中，跳转指令指向的程序号在给定的方向不存在 解决方法：修改工件程序即可
2041	Program not in memory 程序没在存储器内	解决方法：预选工件程序没在存储器里，重新输入存在的程序号；调用的子程序没在存储器里，选用正确子程序
2042	Parity error in memory 在存储器中奇偶错误	原因：在存储器中一个或者多个字符被删除，不能被识别（这个字符被输出成“?”） 解决方法：修改程序，或者删除整个程序块重新输入 注意：当很多“?”被显示的时候，可能整个存储器被删除，在这种情况下应检查电池

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
2046	Block greater than 120 characters 一个程序块中多于 120 个字符	原因：LF 被颠倒，使存储器中产生一个大于 120 字符的程序块 解决方法：在程序块中插入 LF 或者删除整个程序块
2047	Option not available 选件不可用	原因：使用的程序功能与控制器不配套 解决方法：修改程序，检查机床数据 MD
2048	Circle end point error 圆弧结束点错误	原因：程序中的圆弧结束点没在圆弧上。机床数据规定的公差带被超过 解决方法：修改程序
2059	G92 program error G92 程序错误	原因：使用了一个非法地址字符；圆柱插补错误 解决方法：修改程序，G92 只允许具有地址 + S?（编程主轴速度极限）或者 + P（圆柱插补）
2060	T0，Z0 program error 刀具或者零点编程错误	原因：选择了一个不存在的刀具补偿号；选择的零点补偿或者刀具补偿太大 解决方法：检查程序、刀具补偿或者零点补偿
2061	General programming error 一般编程错误	原因：轮廓计算不正确；关于多轴功能的机床数据不正确 解决方法：修改工件程序重新计算
2062	Feed missing/not prig 进给速率丢失	原因：工件程序中没有编程 F 值或者 F 值太小 解决方法：检查工件程序，修改进给速度
2063	Thread lead too high 螺距太大	原因：编程的螺距大于 400mm/r（16in/r） 解决方法：编一个小一些的螺距
2064	Rotary axis in correctly programmed 旋转轴编程不正确	解决方法：在程序中修改旋转轴的位置；检查机床数据 MD560 的位 2 和位 3
2065	Position behind SW over travel 定位在软件限位后	原因：工件程序中编程的进给结束点在软件限位后面 解决方法：检查修改工件程序
2066	Thread lead increase/decrease 螺纹螺距增加/减小	原因：螺距不在 16mm/r（0. 6in/r）范围内 解决方法：编一个较小的螺距增加/减小量
2067	Max Speed = 0 最大速度为 0	原因：在程序块中进给轴编程的最大速度是 0 解决方法：检查机床数据 MD280 *
2068	Position Behind working area 定位在工作区域后	原因：工件程序编程的进给轴结束点在工作区域外 解决方法：检查修改程序，或者检查修改设定的工作区域
2072	Incorrect input value 不正确的输入值	原因：用于轮廓定义计算的输入值不能被计算 解决方法：输入一个正确的数值
2081	CRC not allowed CRC 不允许	原因：选择刀尖半径补偿时，功能 G33、G34、G35、G58、G59、G92、M19 S 不能编程 解决方法：先编程 G40；删除 G41/G42 D00

（续）

报警号	报警内容	原因及解决方法
2082	CRC plane not determinable CRC 平面不确定	原因：CRC 平面选择的轴不存在 解决方法：检查机床数据 MD548*、MD550*、MD552*（G16 的基本设定），用 G16 选择正确平面
2087	Coordinate rotation not permitted 坐标旋转不允许	原因：在 NC 加工程序中，当坐标旋转已经编程时，变化总的旋转角度后，圆弧运动被立即执行 解决方法：检查 NC 程序，修改错误的程序
2152	Spindle speed too high 主轴速度太高	原因：主轴实际速度已经超过了机床数据设定的允差 解决方法：编一个更小的 S 值；检查机床数据 MD403* ～ MD410*；检查机床数据 MD445* 和 MD451*；G92 S 对于恒速编程（G96）不正确
2154	Spindle measuring system dirty 主轴测量系统脏	原因：主轴测量反馈有污染信号，即一检测信号不正常 解决方法：检查测量系统
3000	General program error 一般程序错误	原因：不能准确定义的一般性程序错误 解决方法：用“修正块”功能检查错误块 （小贴士：光标定位在含有错误的字前面。含义错误的程序块号显示在报警号的后面）
3001	Geometry parameter > 5 几何参数 > 5	原因：在程序块中编了 5 个以上的几何参数，例如进给轴、插补参数、半径、角度等 解决方法：排除参见 3000 报警
3002	Polar/radius error 极坐标/半径错误	原因：使用极坐标半径编程时，没有使用角度、半径、中心点坐标 解决方法：排除参见 3000 报警
3021	CRC contour error CRC 轮廓错误	原因：在进给运动时，补偿计算结果和程序中的运动方向相反 解决方法：检查程序并修改
3024	Display description not available 显示描述不可用	原因：在用户存储器子模块或者系统存储器中，一个设定的软键已经用来跳转到一个不可用的显示 解决方法：检查显示号；检查软键功能
3033	Display text not available 显示文本不可用	原因：在与编程工作站连接期间发现错误 解决方法：检查连接清单，重新连接编程工作站
3034	Text not available 文本不可用	原因：下列文本有不正确的连接或者在选择显示时没有连接菜单文本、对话文本、模式文本、报警文本等 解决方法：用编程工作站检查显示
3048	Wrong workpiece definition 错误的工件定义	原因：定义工件时，最大和最小数值被颠倒，例如 $X_{min}=100$，$X_{max}=50$ 解决方法：检查工件定义的数值并修改
3063	Data block not available 数据块不可用	原因：在 PLC STATUS 中被选择的数据块 DB 号不可用 解决方法：选择或者建立正确的数据块 DB

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
3081	CRC not selected on approach 在接近过程中没有选择 CRC	原因："轮廓接近和退出"功能只有在选择了切削半径补偿时才可用 解决方法：选择 CRC
6100	Signal converter missing 信号转换丢失	原因：装载或者传送到外围装置（I/O）的命令不可用，例如 LPB、TPB 解决方法：检查外围地址或者 STEP 5 程序
6101	Illegal MC5 code 非法 MC5 码	原因：STEP 5 指令不能被译码 解决方法：检查或者重装 PLC 程序，分析 ISTACK
6102	Illegal MC5 parameter 非法 MC5 参数	原因：非法 MC5 参数类型（1、Q、F、C、T）或者非法参数数值 解决方法：检查 PLC 程序，分析 ISTACK
6103	Transfer to missing DB 传送缺少 DB	原因：执行 LDW 或者 TDW 之前，没有打开数据块 DB 解决方法：检查 PLC 程序
6104	Substitution error 替代错误	原因：在 BMW 或 BDW 命令中参数化错误 解决方法：修改 PLC 程序
6105	Missing MC5 block 缺少 MC5 块	原因：调用的 OB、PB、SB、FB 块不可用 解决方法：输入丢失的块
6106	DB missing 缺少数据块	原因：程序中调用数据块不可用 解决方法：输入数据块
6107	Illegal segment LIR/TIR 非法程序段 LIR/TIR	原因：LIR 允许段号 0 ~ A；TIR 允许段号 0 ~ 6 解决方法：修改程序
6108	Illegal segment block transfer TNB/TNW 非法程序块 TNB/TNW 传送	原因：源地址或者目的地址不正确。源：允许段号 0 ~ A；目的：允许段号 0 ~ 6 解决方法：修改程序
6109	Overflow-BSTACK BSTACK 溢出	原因：嵌套深度超过 120 解决方法：修改程序
6110	Overflow-ISTACK ISTACK 溢出	原因：两个以上 ISTACK 输入 解决方法：优化 OB2 的时间，也就是减少中断处理器的激活处理时间 说明：循环程序（OB1）被中断处理器（OB2）中断，中断处理器中断自己
6113	Illegal MC5 timer/counter 非法 MC5 定时器和计数器	原因：STEP 5 定时器或计数器不可用或者 MD 没有指定 解决方法：修改程序和时间常数，或者改变 PLC 机床数据 MD6
6115	System commands disabled 系统命令不可能	原因：编程命令中使用了 LIR、TIR、TNB、TNW 指令 解决方法：检查 PLC 机床数据 MD2003 的位 40
6116	MD0000 Alarm byte No. MD0 报警字节号	原因：PLC 机床数据 MD0 设定的数值大于 31 解决方法：修改 PLC 数据 MD0

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
6117	MD0001CPU load MD1 CPU 装载错误	原因:PLC 机床数据 MD1 设定的数据大于%200 解决方法:修改 PLC 数据 MD1
6118	MD0003 Alarm runtime MD3 运行时间报警	原因:PLC 机床数据 MD3 设定的数据大于 2500μs 解决方法:修改 PLC 数据 MD3
6119	MD0005 Cycle time error MD5 循环时间错误	原因:PLC 机床数据 MD5 设定的数据大于 320μs 解决方法:修改 PLC 数据 MD5
6121	MD0006 Last MC5 time MD6 最后一个 MC5 定时器错误	原因:PLC 机床数据 MD6 设定的数据大于 31 解决方法:修改 PLC 数据 MD6
6122	This arrangement not permitted 这个配置号码不允许	原因:由 DIP-FIX(S6)设定的主 PLC 连接模块时,设置了一个错误的耦合位置(=0) 解决方法:设置合适的 DIP-FIX(S6)
6123	Illegal servo sampling time 非法伺服采样时间	原因:NC 机床数据 MD155 设定的数值大于 100 解决方法:修改 NC 数据 MD155
6124	Gap in MC5 memory MC5 存储器有空隙	原因:合法和不合法的程序块没有间隙地排列 解决方法:总复位重装 PLC 程序
6125	Inputs assigned twice 输入指定两次	原因:中心和分布的输入使用了相同地址 解决方法:检查输入模块地址设定
6126	Outputs assigned twice 输出指定两次	原因:中心和分布的输出使用了相同地址 解决方法:检查输出模块地址设定
6127	Alarm byte missing 报警字节丢失	原因:在硬件上选择的中断输入字节不可用 解决方法:改变 PLC 数据 MD0 的设定或者调整中断字节的地址解码
6130	Synch. error basic program 基本程序同步错误	原因:安装功能模块的同步模式不正确 解决方法:PLC 总复位,必要时重装 PLC 程序
6131	Synch,error MC5 program MC5 程序同步错误	原因:STEP 5 程序块的同步模式不正确 解决方法:PLC 总复位,重装 PLC 程序
6132	Synch. error MC5 data MC5 数据同步错误	原因:STEP 5 数据块的同步模式不正确 解决方法:PLC 总复位,重装 PLC 程序
6133	Illegal block basic program 非法基本程序块	原因:系统软件出错 解决方法:更换系统软件
6134	Illegal block MC5 data 非法 MC5 数据块	原因:PLC 程序出错 解决方法:PLC 总复位,重装 PLC 程序
6136	Sum check error MC5 block MC5 块有错误,请检查	原因:PLC 程序出错 解决方法:PLC 总复位,重装 PLC 程序
6137	Sum check error basic program 基本程序有错误,请检查	原因:PLC 程序出错 解决方法:PLC 总复位,重装 PLC 程序
6138	No response from EU 没有对应的 EU	原因:在 EU 单元上没有电源 解决方法:检查电缆,24V 是否正常,设定 EU 地址

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
6139	EU transmission error EU 传输错误	原因：在中央控制器与 EU 单元之间的协议不正确 解决方法：检查电缆，检查屏蔽线
6143	Decoding DB not available DB 解码不可用	原因：数据块 DB80 丢失 解决方法：输入 DB80
6144	Decoding not modulo 6 解码余数不是 6	原因：在数据块 DB80 中，每个扩展 M 功能有 3 个 DW 解决方法：数据块 DB 中的 DW 号乘 30
6145	Wrong number of decoding units 解码单元号错误	原因：解码单元功能号是 2、4、8、16、32 解决方法：输入到 DB 中的 M 功能号是 2、4、8、16 或者 32
6146	Decoding DB too short 数据块 DB 解码太短	原因：DB80 没有设定到全长度（DB0～95） 解决方法：在启动过程中，设定 DB80 或者输入子循环
6147	Distributed I/Os changed I/O 分配被改变	原因：模块在机床运行时接触不良 解决方法：检查模块插头是否紧固
6148	Over temperature in EU EU 单元超温	原因：EU 上温度升高，风扇故障 解决方法：检查风扇
6149	Stop via soft key PG 通过 PG（编程器）停止	原因：通过编程器停止了 PLC 工作 解决方法：通过编程器启动 PLC，重新开启电源
6151	Timeout：Link memory 连接存储器超时	原因：存储器没有工作 解决方法：检查存储器周边硬件
6152	Timeout：LIR/TIR LIR/TIR 超时	原因：编程通道不可用 解决方法：检查段和补偿地址、机床硬件是否有问题
6153	Timeout：TNB/TNW TNB/TNW 超时	原因：编程错误或者 TNB/TNW 使用不正确 解决方法：检查源地址和目的地址的可靠性；检查地址是否可用
6154	Timeout：LPB/LPW/TPB/TPW LPB/LPW/TPB/TPW 超时	原因：装载、传送到 I/O 装置失败 解决方法：检查 I/O 装置或者更换模块
6155	Time out substitution command 置换命令超时	原因：PLC 程序错误 解决方法：检查 PLC 程序
6156	Time out not interpretable 超时不能译码	原因：系统程序中没有应答定义 解决方法：分析错误，精确诊断数据；PLC 总复位，重装 PLC 程序
6158	Time out with I/O transfer I/O 传送超时	原因：I/O 装置不响应 解决方法：检查连接 I/O 模块的总线
6159	Time exceeded STEP 5 STEP 5 时间超出	原因：超出 PLC 数据 MD1 设定的最大运行时间 解决方法：增大 MD1 的数值；设定数据 2003 的 6 位；PLC 程序时间优化

（续）

报警号	报 警 内 容	原因及解决方法
6160	Run time exceeded OB2 OB2 运行超时	原因:超出 PLC 数据 MD3 设定的最大运行时间 解决方法:增加 MD3;PLC 程序时间最优化
6161	Cycle time exceeded 循环时间超出	原因:超出 PLC 数据 MD5 设定的最大运行时间 解决方法:优化 PLC 程序
6162	Processing time delay 0132 OB2 处理时间超时	原因:报警程序中断自己 解决方法;优化 OB2 的时间,也就是减少中断处理器的激活处理时间

注：6000 ~6063 为 PLC 用户报警。

参 考 文 献

［1］ 王侃夫．数控机床故障诊断及维护［M］．北京：机械工业出版社，2000.

［2］ 任建平．现代数控机床故障诊断及维护［M］．北京：国防工业出版社，2002.

［3］ 孙汉卿．数控机床维修技术［M］．北京：机械工业出版社，2008.

［4］ 曹琰．数控机床应用与维修［M］．北京：电子工业出版社，1994.

［5］ 李世琮，张展，秦立高［M］．机床现代诊断技术．北京：机械工业出版社，1994.

上岗轻松学
SHANGGANG QINGSONG XUE

机 械 类

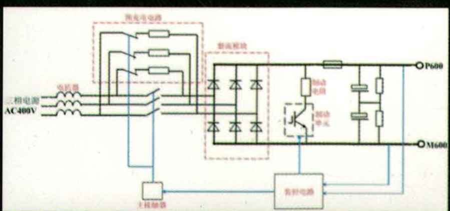
- 机械识图快速入门
- 双图解车工快速入门
- 双图解铣工快速入门
- 双图解电焊工快速入门
- 双图解气焊工快速入门
- 双图解装配钳工快速入门
- 双图解工具钳工快速入门
- 双图解机修钳工快速入门
- 双图解数控车工快速入门
- 双图解数控铣工快速入门
- 双图解加工中心操作工快速入门
- 双图解模具工快速入门
- 双图解钣金工快速入门
- 双图解涂装工快速入门
- 双图解起重工快速入门
- 双图解叉车工快速入门
- 图解数控机床维修快速入门
  ——西门子840D数控系统

电 类

- 图解维修电工快速入门
- 图解万用表使用快速入门
- 双图解小家电维修快速入门
- 图解电子电路识图快速入门
- 图解电子测量仪器使用快速入门
- 图解电子元器件识读与检测快速入门

汽 车 类

- 图解汽车修理快速入门
- 图解汽车底盘维修快速入门
- 图解汽车发动机维修快速入门
- 图解汽车车身修复与涂装快速入门





ISBN 978-7-111-47029-8

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203

网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-47029-8
策划编辑：郎峰／王晓洁
上架指导：工业技术／机械工程／机械设备
定价：25.00元